BUKU

TEKNIK SIPIL

Ir. V Sunggono kh

Penerbit "NOVA"

TEGUH SANTOSO
221195

BUKU

TEKNIK - SIPIL

Ir. sunggono kh

Penerbit NOVA

d/a. kotak pos 469 - BANDUNG

HAK PENULIS DILINDUNGI OLEH UNDANG–UNDANG

DILARANG MEMPERBANYAK SEBAGIAN
ATAUPUN SELURUHNYA
DARI BUKU INI DALAM BENTUK STENSIL,
FOTO COPY, ATAU CARA LAIN
TANPA IJIN PENULIS

KATA PENGANTAR

Buku " TEKNIK SIPIL" ini belumlah pantas disebut suatu handbook, tetapi merupakan kumpulan rumus-rumus, tabel-tabel dan grafik-grafik praktis yang banyak diperlukan di dalam bidang Teknik - Sipil.

Dengan diterbitkannya buku ini diharapkan dapat membantu pelajar-pelajar, mahasiswa-mahasiswa Teknik-Sipil ataupun mereka yang bergerak dalam bidang Teknik - Sipil.

Penyusun menyadari bahwa buku ini mungkin masih terdapat kekurangan-kekurangan yang tak disengaja, karena itu sangat kami harapkan saran & kritik yang membangun dari segenap pemakai buku ini demi kepentingan dan kemajuan kita bersama dan untuk ini penyusun mengucapkan banyak terima kasih.

Mudah-mudahan buku ini dapat ikut membantu dan mendorong perkembangan Teknik - Sipil di Indonesia.

Bandung, Januari 1984.

Penyusun.

DAFTAR ISI

1. Satuan-Satuan ..... 1 – 10
2. Ukur Datar ..... 11 – 20
3. Aljabar ..... 21 – 26
4. Analit ..... 27 – 33
5. Ukur Sudut ..... 35 – 40
6. Ukur Ruang ..... 41 – 48
7. Diferensial & Integral ..... 49 – 54
8. Ilmu Pesawat ..... 55 – 61
9. Mekanika Teknik ..... 63 – 121
10. Mekanika Tanah ..... 123 – 135
11. Tekanan Tanah & Konstruksi Penahannya ..... 137 – 158
12. Pondasi ..... 159 – 177
13. Muatan / Beban ..... 179 – 186
14. Konstruksi Kayu ..... 187 – 210
15. Konstruksi Baja ..... 211 – 331
16. Konstruksi Beton ..... 333 – 354
17. Ilmu Ukur Tanah ..... 355 – 362
18. Jalan Raya ..... 363 – 384
19. Hidrologi ..... 385 – 386
20. Saluran ..... 387 – 392

1

Satuan-Satuan

Satuan Metrik :

Panjang:

1 Kilometer (km) =	100.000 cm
1 Hektometer (hm) =	10.000 cm
1 Dekameter (dam) =	1.000 cm
1 Meter (m) =	100 cm
1 Desimeter (dm) =	10 cm
1 Centimeter (cm) =	1 cm
1 Milimeter (mm) =	0,1 cm
1 Mikron (μ) =	0,0001 cm

Luas :

1 Kilometer persegi (km2) =	1.000.000 m2
1 Hektometer persegi atau hektare (ha) =	10.000 m2
1 Dekamter persegi atau are (a) =	100 m2
1 Meter persegi (m2) =	10.000 cm2
1 Desimeter persegi (dm2) =	100 cm2
1 Centimeter persegi (cm2) =	1 cm2
1 Milimeter persegi (mm2) =	0,01 cm2

Isi :

1 hektoliter (hl)	=	100.000 cm3
1 liter (l)	=	1.000 cm3
1 meter kubik (m3)	=	1.000.000 cm3
1 desiliter (dl)	=	100 cm3
1 centiliter (cl)	=	10 cm3
1 desimeter kubik (dm3)	=	1.000 cm3
1 milimeter (ml)	=	1 cm3
1 milimeter kubik (mm3)	=	0,001 cm3

Berat :

1 Ton (t)	=	1.000.000 gr
1 Kwintal (q)	=	100.000 gr
1 Kilogram (kg)	=	1.000 gr
1 Hektogram (hg)	=	100 gr
1 Gram (gr)	=	1 gr
1 Desigram (dg)	=	0,1 gr
1 Centigram (cg)	=	0,01 gr
1 Miligram (mg)	=	0,001 gr

Tekanan :

Atmosfir, 1 kg/cm2 (at)	=	1000 gr/cm2
Atmosfir, 760 mm air raksa (atm)	=	1033,2 gr/cm2
1 Bar (Bar)	=	1101,97 gr/cm2
1 Milibar (mbar)	=	1,0197 gr/cm2

Usaha :

1 Kilogram meter (kgm)	=	10^5 grcm
1 Gram centimeter (grcm)	=	1 grcm
1 Tenaga kuda jam (pkh)	=	27×10^9 grcm
1 Erg (erg)	=	$1{,}0197 \times 10^{-3}$ grcm
1 Joule (J)	=	$1{,}0197 \times 10^4$ grcm
1 Watt jam (Wh)	=	$3{,}671 \times 10^7$ grcm
1 Kilowatt (kWh)	=	$3{,}671 \times 10^{10}$ grcm

Daya :

1 Daya kuda (pk)	=	75×10^5 grcm/det
1 Watt (W)	=	$1{,}0197 \times 10^4$ grcm/det
1 Kilowatt (kW)	=	$1{,}0197 \times 10^7$ grcm/det

Panas :

1 Kalori (cal)	=	$426{,}9 \times 10^2$ grcm
1 Kilokalori (kcal)	=	$426{,}9 \times 10^5$ grcm

g = 980,665 cm/det^2

Perbandingan harga satuan-satuan ;

Dari satuan	Ke–satuan	Dikalikan
Atmosphere (760 mmHg)	pascal (P_a)	$1{,}01325 \times 10^{5}$
Board foot	meter kubik (m3)	$2{,}359737 \times 10^{-3}$
Btu (International table)	joule (J)	$1{,}055056 \times 10^{3}$
Btu (Intern.table)/h	watt (W)	$2{,}930711 \times 10^{4}$
Calorie (International table)	joule (J)	4,186800
Centipoise	pascal second (Pa.s)	$1{,}000000 \times 10^{-3}$
Centistokes	meter persegi per second (m^2/s)	$1{,}000000 \times 10^{-6}$
Circular mil	meter persegi (m2)	$5{,}067075 \times 10^{-10}$
Foot (ft)	meter (m)	$3{,}048000 \times 10^{-1}$
ft^2	meter persegi (m2)	$9{,}290304 \times 10^{-2}$
ft^3	meter kubik (m3)	$2{,}831685 \times 10^{-2}$
ft.lbf	joule (J)	1,355818
ft/s^2	meter per second^2 atau detik^2 (m/s^2)	$3{,}048000 \times 10^{-1}$
Gallon (U.S. Liquid)	meter kubik (m3)	$3{,}785412 \times 10^{-3}$
Horsepower (Electric)	watt (W)	$7{,}460000 \times 10^{2}$
Inch	meter (m)	$2{,}540000 \times 10^{-2}$
in^2	meter persegi (m2)	$6{,}451600 \times 10^{-4}$
in^3	meter kubik (m3)	$1{,}638706 \times 10^{-5}$
Kip (1000 lbf)	newton (N)	$4{,}448222 \times 10^{3}$
Kip/in^2 (ksi)	pascal (Pa)	$6{,}894757 \times 10^{6}$
Pound-force (lbf)	newton (N)	4,448222
Pound (lb avoirdupois)	kilogram (kg)	$4{,}535924 \times 10^{-1}$
Lbf/in^2 (psi)	pascal (Pa)	$6{,}894757 \times 10^{3}$
Lb/in^3	kg/m3	$2{,}767990 \times 10^{4}$
Lb/ft^3	kg/m3	1,601846x10
Yard (yd)	meter (m)	$9{,}144000 \times 10^{-1}$
Yd^2	m2	$8{,}361274 \times 10^{-1}$
Quintal	kg	$1{,}000000 \times 10^{2}$
Mile	kilometer (km)	1,609294
Pound (lb. avoirdupois)	dyne (dn)	$4{,}448222 \times 10^{5}$
	gram (gr)	$4{,}535924 \times 10^{2}$
	ton (long)	$4{,}464286 \times 10^{-4}$
	ton (short)	$5{,}000000 \times 10^{-4}$
	kip	$1{,}000000 \times 10^{-3}$
	ton (metrik)	$4{,}535924 \times 10^{-4}$
cc	cm^3	1,000000
Kip	pound	$1{,}000000 \times 10^{3}$
	ton (short)	$5{,}000000 \times 10^{-1}$

Dari satuan	Ke–satuan	Dikalikan
Kip	kg	$4{,}535924 \times 10^{2}$
	ton (metrik)	$4{,}535924 \times 10^{-1}$
Kilogram (kg)	dyne (dn)	$9{,}806650 \times 10^{5}$
	ton (long)	$9{,}842065 \times 10^{-4}$
	ton (short)	$11{,}02311 \times 10^{-4}$
	kip	$2{,}204622 \times 10^{-3}$
Kip/ft^2	lb/in^2	6,944450
	lb/ft^2	$1{,}000000 \times 10^{3}$
	ton (short) / ft^2	$5{,}000000 \times 10^{-1}$
	kg/cm2	$4{,}882440 \times 10^{-1}$
	ton (metrik) /m2	4,882440
Menit	milisecond	$6{,}000000 \times 10^{4}$
	second (detik)	6,000000x10
	jam	$1{,}666666 \times 10^{-2}$
	hari	$6{,}944444 \times 10^{-4}$
	bulan	$2{,}283104 \times 10^{-5}$
	tahun	$1{,}902586 \times 10^{-6}$
Tahun	milisecond	$3{,}153600 \times 10^{10}$
	detik	$3{,}153600 \times 10^{7}$
	menit	$5{,}256000 \times 10^{5}$
	jam	$8{,}760000 \times 10^{3}$
	hari	$3{,}650000 \times 10^{2}$
	bulan	1,200000x10

Angka–Angka :

Romawi	Arab	Romawi	Arab
I	1	XC	90
II	2	XCII	92
III	3	XCV	95
IV	4	XCVIII	98
V	5	IC	99
VI	6	C	100
VII	7	CC	200
VIII	8	CCC	300
IX	9	CCCI	301
X	10	CD	400
XI	11	D	500
XII	12	DC	600
XIII	13	DCC	700
XIV	14	DCCC	800
XV	15	CM	900
XVI	16	M	1000
XVII	17	MC	1100
XVIII	18	MCD	1400
XIX	19	MDC	1600
XX	20	MDCLXVI	1666
XXI	21	MDCCCLXXXVIII	1888
XXV	25	MDCCCXCIX	1899
XXIX	29	MCM	1900
XXX	30	MCMLXXVI	1976
XXXIV	34	MM	2000
XXXIX	39	MMXXC	2080
XL	40	MMCX	2110
L	50	MMCXL	2140
LII	52	MMCLX	2160
LIV	54	MMCC	2200
LVI	56	MMCCC	2300
LVIII	58	MMCCCI	2301
LIX	59	MMCD	2400
LX	60	MMDC	2600
LXV	65	MMDCCCLXXXVIII	2888
LXX	70	MMDCCCXCIX	2899
LXXI	71	MMCMLXXVIII	2978
LXXV	75	MMM	3000
LXXX	80	MMMC	3100
LXXXIX	89	MMMD	3500

Aksara Junani

huruf besar	huruf kecil	nama	ucapan	huruf besar	huruf kecil	nama	ucapan
Α	α	alpha	a	Ν	ν	nu	n
Β	β	beta	b	Ξ	ξ	ksi	ks,x
Γ	γ	gamma	g	Ο	ο (pendek)	omikron	o
Δ	δ	delta	d	Π	π	pi	p
Ε	ε (pendek)	epsilon	e	Ρ	ρ	rho	r
Ζ	ζ	zeta	dz	Σ	σ	sigma	s
Η	η (panjang)	eta	e	Τ	τ	tau	t
Θ	θ	theta	th	Υ	υ	upsilon	u
Ι	ι	jota	j	Φ	φ	fi	f
Κ	χ	kappa	k	Χ	χ	chi	ch
Λ	λ	lamda	l	Ψ	ψ	psi	ps
Μ	μ	mu	m	Ω	ω (panjang)	omega	o

Tanda-tanda matematik

+	tambah	r	jari-jari
−	kurang	∫	integral
±	kurang lebih	∠	sudut
x	kali	∟	sudut siku-siku
:	bagi	Δ	segitiga
=	sama dengan	//	sejajar
≠	tidak sama dengan	⊥	tegak lurus
~	sebanding, hampir sama	...°	derajat
≅	identik, ekivalen	...'	menit
<	lebih kecil dari	..."	detik
>	lebih besar dari	∈	anggota dari kumpulan ...
≯	tidak lebih besar dari ...	∉	tidak anggota dari kumpulan..
⩾	lebih besar atau sama dengan	∅	kumpulan (set) kosong
%	persen	∩	irisan dari kumpulan-kumpulan
∞	tak terhingga		
π	pi = 22/7	∪	gabungan dari kumpulan-kumpulan
log	logaritma		
ln	lone	⊂	bagian kumpulan
√	akar		

Harga bilangan yang banyak di jumpai.

π	=	3,1415927
$\frac{1}{2}\pi$	=	1,5707963
$\frac{1}{4}\pi$	=	0,7853982
π^2	=	9,869604
$\log \pi$	=	0,497152
$1/\pi$	=	0,318310
$\sqrt{\pi}$	=	1,772454
ρ'	=	3438'
ρ''	=	206265"
1 rad	=	57°17'45,8"
1°	=	0,0175 rad
g	=	9,813 m/det^2
g^2	=	96,236
$\sqrt{2g}$	=	4,429
$1/g$	=	0,1019
$\frac{1}{2}g$	=	0,0509
$\sqrt{2}$	=	1,4142
$\sqrt{3}$	=	1,7321
$\sqrt{5}$	=	2,2361
$\sqrt{6}$	=	2,4495
$\sqrt{7}$	=	2,6458
$\sqrt{8}$	=	2,8284
$\sqrt{10}$	=	3,1623
e	=	2,7182818
e^2	=	7,389056
e^3	=	20,085537
$1/e$	=	0,367878
log e	=	0,434294
$1/\log e$	=	2,302585
log 2	=	0,30103
log 3	=	0,47712
log 4	=	0,60206
log 5	=	0,69897
log 6	=	0,77815
log 7	=	0,84510

log 9	=	0,95424
ln X	=	2,3026 log X

Berat jenis benda padat dan zat cair :

Aether (minyak tanah)	0,91
Air rasa	13,6
Alkohol (bebas air)	0,79
Alumunium, murni	2,58
Alumunium, tuang	2,60
Alumunium, tempa	2,75
Alumunium loyang	7.70
Amil–asetat	0,87
Antimonium	6,7
Antrasit	1,4–1,7
Arang, batang	1,6
Arang kayu, batang	0,4
Arang kayu, serbuk	1,5
Asam belerang (87%)	1,80
Asam sendawa (91%)	1,5
Asbes	2,1–2,8
Aspal, murni	1,1–1,4
Aspal beton	2,0–2,5
Baja tuang	7,85
Besi tuang	7,25
Basalt	2,7–3,2
Batu ambar	1,1
Batu bara	1,4
Batu bara retor	1,9
Batu bara coklat	1,2–1,5
Batu kilap	2,7–3,2
Batu pasir	1,9
Batu pasir kapur	2,2–2,5
Batu pualam	2,7
Batu tulis	2,7
Bensin	0,68–0,70
Berlian	3,5
Besi tempa	7,6–7,89
Besi tarik	7,6–7,75
Besi murni	7,88
Besi vitriol	1,8–1,98
Beton biasa, tumbuk, siklop	2,20
Beton tulang/pratekan	2,50

Bismuth	9,8
Caoutchouc	0,93
Chroom	6,8
Damar	1,07
Emas	19,0–19,5
Es	0,88–0,92
Fiber	1,28
Gabus	2,24
Garam dapur	2,15
Gas kokas	1,4
Gas lampu	0,34–0,45
Gelas, Flint	3,7
Gelas cermin	2,46
Gemuk	0,93
Getah perca	0,98
Gips (bakar)	1,8
Gips (tuang, kering)	0,97
Glycerine	1,25
Granit	2,5–3,1
Grafit	1,8–2,3
Gummi	0,93
Gummi keras	1,15
Gummon	1,85–2,10
Kalilog	1,70
Kalium	0,87
Kapas (kering udara)	1,5
Kapur, bakar	1,4
Kapur tulis	1,8–2,7
Kaporit	2,2
Kawat arang (untuk lampu pijar)	1,25–2,1
Kobal	8,50
Korund	1,8–2,7
Kulit	0,85–1,0
Logam delta	8,7

Logam putih	7,1
Lilin	0,97
Minyak tanah	0,83
Minyak cat	0,94
Magnesium	1,74
Mangan	7,5
Mika	2,7–3,2
Natrium	0,98
Nikel, tuang	8,28
Nikel, tempa	8,67
Parafin	0,89
Pasir, kering .	1,6
Perak	10,5
Perunggu	8,8
Phosporus, kristal	2,34
Phosporus, kuning	1,82
Phosporus,merah	2,19
Platina, tuang	21,2
Platina, tempa	21,4
Porselen	2,3
Salmiak	1,55
Salenium	4,3
Semen	2,7–3,1
Seng, tuang	7,1
Seng, tempa	7,3
Soda api (66%)	1,70
Stearine	0,97
Strontium	2,5
Tanah liat	1,8–2,6
Tembaga, elektrolistis	8,9–8,95
Tembaga, tempa	8,9–9,0
Tembaga, tuang	8,8
Ter, (batu bara)	1,20
Terpentin	0,87
Timah putih, tuang	7,25
Timah putih, tempa	7,45

Timbal	11,35
Turf	0,6
Uranium	18,5
Wolframium	18,0
Zat arang belerang	1,29
Zat lemas	0,97
Satuan berat jenis :	t/m3 kg/dm3 gr/cm3

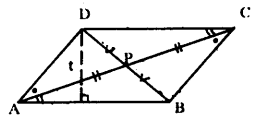
Rapat uap beberapa gas dan uap

Udara = 1	
Acetelijn	0,900
Aether	2,565
Alkohol	1,6
Chlor	2,46
Gas amoniak	0,588
Gas dapur	0,480–0,560
Gas dapur tinggi	1,000
Gas generator	0,940–1,000
Gas lampu	0,360–0,450
Gas okside arang	0,97
Gas zat asam arang	1,524
Jodium (uap)	8,8
Uap air rasa	6,978
Uap belerang	2,22
Uap air	0,625
Zat air	0,069
Zat lemas	0,97
Zat pembakar	1,11

2

Ukur Datar

1.



Jajaran genjang :

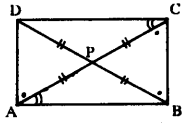
$\angle DAB = \angle DCB$; $\angle ABC = \angle ADC$

$AB \parallel DC$; $AD \parallel BC$

$AC \neq BD$

$AP = PC$; $DP = PB$

2.



Empat persegi panjang :

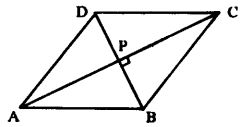
$AC = BD$

$\angle DAB = \angle ABC = \angle BCD = \angle CDA = 90^o$

$PA = PC = PB = PD$

$\angle BAC = \angle ACD = \angle BDC = \angle DBA$

3.



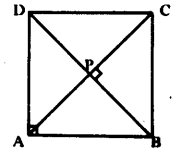
Belah ketupat :

$AB = BC = CD = DA$

$AP = PC$; $BP = PD$

$AC \neq BD$; $AC \perp BD$

4.



Bujur sangkat :

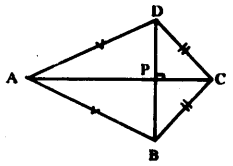
$AB = BC = CD = DA$

$\angle DAB = \angle ABC = \angle BCD = \angle CDA = 90^o$

$AP = PC = BP = PD$

$AC = BD$; $AC \perp BD$

5.



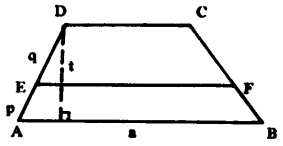
Layang-layang :

$AB = AD$; $CB = CD$

$AC \perp BD$; $BP = PD$

$AP \neq PC$

6.

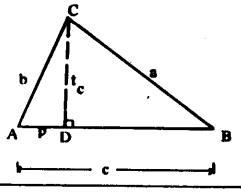


Trapesium :

$AB \;//\; DC$

$$EF = \frac{qa + pb}{p + q}$$

7.

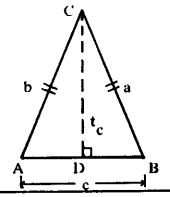


Segitiga lancip :

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2pc$$

(dalil proyeksi)

8

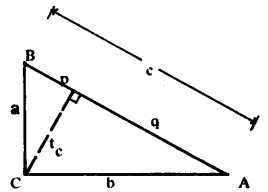


Segitiga sama kaki :

$a = b$; $AD = BD$, $(CD \perp AB)$

$\angle CAB = \angle CBA$

9.



Segitiga siku-siku :

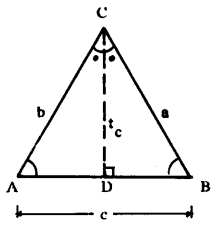
$\angle BCA = 90^o$

$c^2 = a^2 + b^2$ (Pythagoras)

$$\frac{1}{t^2} = \frac{1}{a^2} + \frac{1}{b^2}$$

$a^2 = pc$; $b^2 = qc$; $t_c^2 = pq$

10.



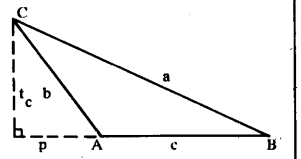
Segitiga sama sisi :

$a = b = c$

$\angle CAB = \angle ABC = \angle BCA = 60^o$

$t_c = \frac{1}{2}\, a\, \sqrt{3}$

11.



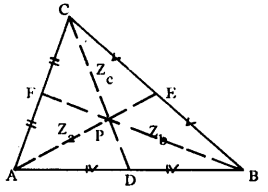
Segitiga tumpul :

$\angle CAB > 90^o$

$a^2 = b^2 + c^2 + 2pc$

(dalil proyeksi)

12.



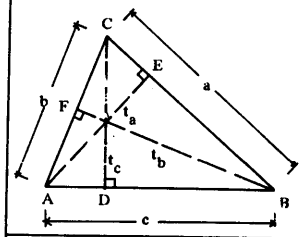
Garis berat :

$\overline{PC} : \overline{PD} = \overline{PA} : \overline{PE} = \overline{PB} : \overline{PF} = 2 : 1$

$EF \;//\; AB$

$\overline{CD}^2 = Z_c^2 = \frac{1}{2}\, a^2 + \frac{1}{2}\, b^2 - \frac{1}{4}\, c^2$

13.



Garis tinggi :

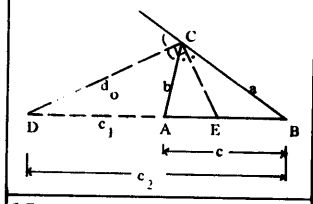
$t_a : t_b : t_c = {}^1/_a : {}^1/_b : {}^1/_c$

CF : CA = CE : CB , (anti paralel)

$t_c = \frac{2}{c}\sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}$

$s = \frac{1}{2}(a + b + c)$

14.



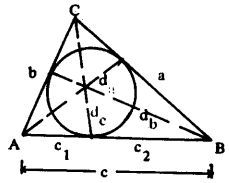
Garis bagi luar :

$c_1 : c_2 = b : a$

$c_1 = \frac{bc}{a-b}$; $c_2 = \frac{ac}{a-b}$

$d_c^2 = c_1\,c_2 - ab$

15.



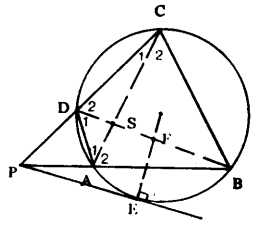
Garis bagi dalam :

$c_1 : c_2 = b : a$

$c_1 = \frac{bc}{a+b}$; $c_2 = \frac{ac}{a+b}$

$d_c^2 = ab - c_1\,c_2$

16.



s = ½ (keliling ABCD)

Segiempat talibusur :

$\angle A + \angle C = 180^o$

$\angle A_2 = \angle D_2$; $\angle D_1 = \angle C_2$

SD x SB = SA x SC (sifat utama)

PD x PC = PA x PB (sifat utama)

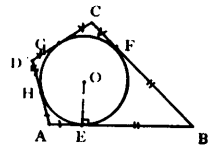
PE^2 = PA x PB (sifat utama)

AC x BD = AB x DC + AD x BC (Ptolemeus)

Luas = $\sqrt{(s-a)\,(s-b)\,(s-c)\,(s-d)}$

s = ½ (keliling ABCD)

17.



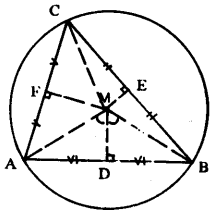
Segi-empat garis singgung :

AD + BC = AB + DC

Luas = s.r

s = ½ (AB + BC + CD + DA)

18.



Lingkaran luar :

$\angle AMD = \angle BMD = \angle ACB$

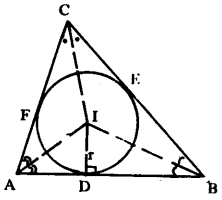
$\angle AMB = 2 \times \angle ACB$

$R = MA = MB = MC = \frac{a \times b \times c}{4L}$

$R = \frac{a \times b \times c}{4\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}}$

Luas = $\frac{a \times b \times c}{4R}$

19.



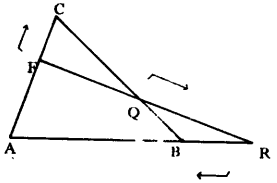
Lingkaran dalam :

$\angle AIB = 90^o + \frac{1}{2}\angle C$; AD = (s – a)

$r = {}^L/_s$; (L = luas segitiga)

$r = \frac{\sqrt{s\,(s-a)\,(s-b)\,(s-c)}}{s}$

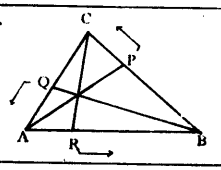
20.



Dalil Menelaos :

$\frac{PC}{PA} \times \frac{RA}{RB} \times \frac{QB}{QC} = 1$

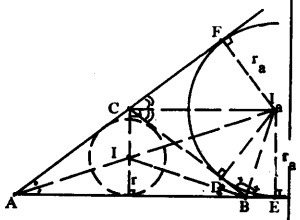
21.



Dalil De Ceva :

$\frac{PC}{PB} \times \frac{QA}{QB} \times \frac{RB}{RA} = 1$

22.



Lingkaran singgung :

$$r_a = \frac{L}{s-a} \; ; \; r_b = \frac{L}{s-b} \; ; \; r_c = \frac{L}{s-c}$$

$$r_a = \frac{\sqrt{s\,(s-a)(s-b)(s-c)}}{s-a}$$

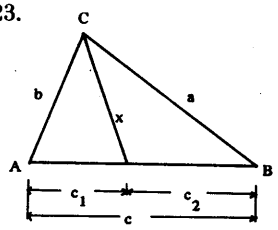
$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_a} + \frac{1}{r_b} + \frac{1}{r_c}$$

$AE = AF = s$; $\angle BIC = \frac{1}{2}(\angle B + \angle C)$

$\angle BI_aC = 90^o - \frac{1}{2}\angle A$ $\angle IBI_a = \angle ICI_a = 90^o$

Luas $= L = r_a(s-a) = r_b(s-b) = r_c(s-c)$

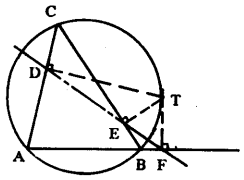
23.



Dalil Stewart :

$$x^2.c = a^2 . c_1 + b^2 . c_2 - c_1 . c_2 . c$$

24.



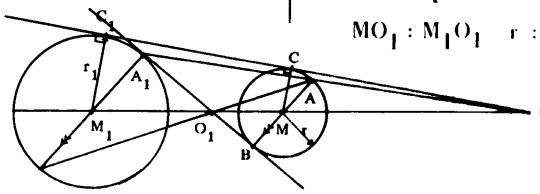
Garis Wallace :

D, E, F terletak pada satu garis

T sebarang titik pada lingkaran

Gunanya untuk menentukan arah garis, sudut, dan sebagainya.

25.



Titik kesebangunan :

$MO : M_1O = r : r_1$

$MO_1 : M_1O_1 = r : r_1$

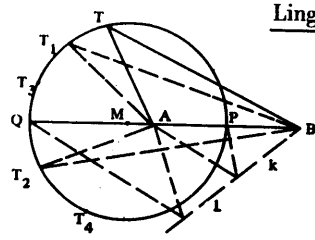
$OC : OC_1 = r : r_1$

$O_1A : O_1B_1 = r : r_1$

O titik kesebangunan luar

O_1 titik kesebangunan dalam

26.



Lingkaran Apollonius :

$TA : TB = T_1A : T_1B = T_2A : T_2B = k : l$ dan seterusnya.

$PA : PB = QA : QB = k : l$

PQ = garis tengah lingkaran Apollonius

27.

Segi-banyak :

Jumlah sudut-sudut suatu segi–n adalah $(n-2)\,180^o$

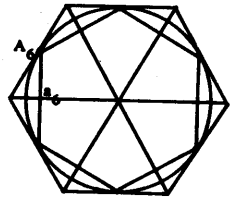
Jumlah garis sudut-menyudut suatu segi–n adalah $\frac{1}{2}\,n\,(n-3)$

Segi-empat tali busur, jumlah sudut-sudutnya yang berhadapan = 180°

Jumlah hasil perbanyakan sisi-sisi yang berhadapan = hasil perbanyakan garis sudut-menyudut.

Segi-empat garis singgung, jumlah sisi-sisinya yang berhadapan selalu sama.

28.



Segi-banyak beraturan :

a_n = sisi segibanyak–n dalam beraturan

a_{2n} = sisi segibanyak–2n dalam beraturan

A_n = sisi segibanyak–n luar beraturan

Rumus-Rumus Perkalian :

$$a_{2n}^2 = 2R^2 - R\sqrt{4R^2 - a_n^2} \quad ; \quad A_n = \frac{2\,a_n\,R}{\sqrt{4R^2 - a_n^2}}$$

$A_3 = 2R\sqrt{3}$; $A_4 = 2R$

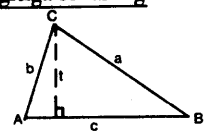
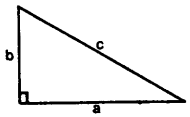
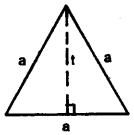
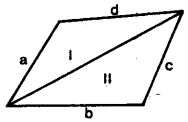
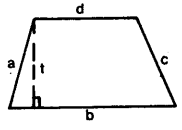
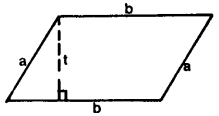
$A_8 = 2R(-1+\sqrt{2})$; $a_3 = R\sqrt{3}$; $a_4 = R\sqrt{2}$; $a_5 = \frac{1}{2}R\sqrt{10-2\sqrt{5}}$

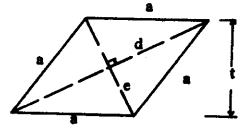
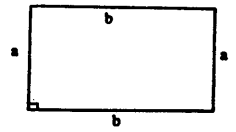
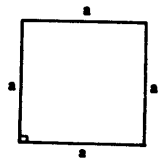
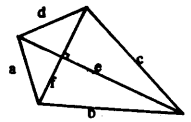
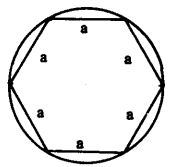
$a_6 = R$; $a_8 = R\sqrt{2-\sqrt{2}}$;

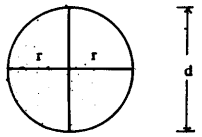
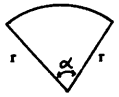
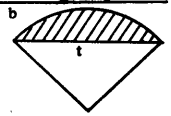
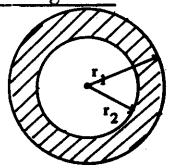
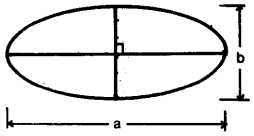
$$a_{10} = \tfrac{1}{2}R\sqrt{-1+\sqrt{5}}$$

$$a_{12} = R\sqrt{2-\sqrt{3}}$$

Keliling, luas (bidang datar)

Nama dan gambar	Keliling	Luas
Segitiga sebarang 	a + b + c	½ct atau $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$
Segitiga siku-siku 	a + b + c	½ ba
Segitiga sama sisi 	3 a	½ at atau $\frac{1}{4}a^2\sqrt{3}$
	a + b + c + d	Luas I + luas II
Trapesium 	a + b + c + d	½ (b + d) t
Jajaran genjang 	2 (a + b)	bt

Nama dan gambar	Keliling	Luas
Belah ketupat 	4 a	a t atau ½ d e
Empat persegi panjang 	2 (a + b)	a b
Bujur sangkar 	4 a	a^2
Layang-layang 	a + b + c + d	e f
Segi enam beraturan 	6 a	$\frac{3}{2}a^2\sqrt{3}$

Nama dan gambar	Keliling	Luas
Lingkaran 	$2\pi r$	πr^2 atau $\frac{1}{4}\pi d^2$
Sektor lingkaran 	$2r + \frac{\alpha}{360} \times 2\pi r$	$\frac{\alpha}{360} \times \pi r^2$
Tembereng lingkaran 	b + t	luas sektor − luas segitiga
Cincin lingkaran 	$2\pi(r_1 + r_2)$	$\pi(r_1^2 - r_2^2)$
Ellips 	$\frac{1}{2}\pi(a + b)$	$\frac{\pi}{4} \times a \times b$

3

Aljabar

Rumus Utama :

1. $a+b+c+d+e = a+d+c+e+b$
2. $(a-b)-c = a-(b+c)$
3. $p(a+b-c) = p \times a + p \times b - p \times c$
4. $a^p \times a^q = a^{p+q}$
5. $(a+b-c) : p = a : p + b : p - c : p$
6. $a^p : a^q = a^{p-q}$
7. $(abc)^p = a^p b^p c^p$
8. $(a^p)^r = a^{p \times r}$
9. $\sqrt[p]{(ab)} = \sqrt[p]{a} \times \sqrt[p]{b}$

Deret hitung : a ; (a+b), (a+2b), ... a + (n−1)b.

a	=	suku pertama	S_n	=	suku terakhir
b	=	beda	D_n	=	jumlah s/d. suku ke n
n	=	jumlah suku	S_t	=	suku tengah

1. $S_n = a + (n-1)b.$

2. $D_n = \frac{1}{2} n (a + S_n)$
3. $S_t = \frac{1}{2} (a + S_n)$

Bila kita sisipkan suku m , maka :

4. $b' = \frac{b}{m + 1}$
5. $n' = n + (n - 1) m$; m = banyak suku yang disisipkan.
6. $D_n' = \frac{1}{2} n' (a + S_n)$

Deret ukur : a, ap, ap^2, ap^3, ... ap^{n-1}

p = pembanding

1. $S_n = a . p^{n-1}$
2. $\frac{S_n}{S_{n-1}} = p$
3. $D_n - D_{n-1} = S_n$
4. $D_n = a \frac{p^n - 1}{p-1}$, $p > 1$
5. $D_n = a \frac{1 - p^n}{1-p}$, $p < 1$

Deret ukur turun tak terhingga :

6. $\lim_{n \to \infty} D_n = \frac{a}{1 - p}$, $|p| < 1$

Bila kita beri sisipan ;

7. $p' = \sqrt[n+1]{p}$
8. $D_n' \quad a \frac{1 - (p')^n}{1-p'}$

9. $n' = n + (n-1) m$, m = banyak suku yang di sisipkan
10. $P = a^n p^{\frac{1}{2}n(n-1)}$ P = hasil perbanyakan suku
11. $a = \frac{t}{p^{\frac{1}{2}(n-1)}}$ t = suku tengah (jumlah suku adalah ganjil)
12. $S_n = t . p^{\frac{1}{2}(n-1)}$
13. $t^2 = a . S_n$.

Hasil pangkat :

1. $(+X)^n = + X^n$
2. $(-X)^n = \pm X^n$, (+ bila n genap ; – bila n ganjil)
3. $(X.Y)^a = X^a.Y^a$
4. $(X : Y)^a = X^a : Y^a$
5. $X^o = 1$
6. $1 : X^m = X^{-m}$
7. 0° = tak tentu

$\frac{\infty}{\infty}$ = tak tentu ; $\infty - \infty$ = tak tentu ; $\frac{0}{0}$ = tak tentu

Perbanyakan / perkalian Istimewa :

1. $(a \pm b)^2 = a^2 \pm 2ab + b^2$
2. $(a \pm b)^3 = a^3 \pm 3a^2b + 3ab^2 \pm b^3$
3. $(a \pm b \pm c)^2 = a^2 + b^2 + c^2 \pm 2ab \pm 2ac \pm 2bc$
4. $(a + b) (a - b) = a^2 - b^2$
5. $(a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2) = a^3 \pm b^3$

Hasil bagi Istimewa :

1. $\frac{a^3 \pm b^3}{a \pm b} = a^2 \mp ab + b^2$

Akar :

1. $\sqrt[m]{X} = X^{(1/m)}$
2. $\sqrt[m]{XY} = \sqrt[m]{X} . \sqrt[m]{Y}$
3. $\sqrt[m]{X/Y} = \sqrt[m]{X} : \sqrt[m]{Y}$
4. $\sqrt[m]{(\sqrt[n]{a})} = \sqrt[mn]{a}$
5. $\sqrt[mn]{a^{mp}} = \sqrt[n]{a^p}$
6. $\sqrt[a]{X^b} = X^{(b/a)}$
7. $\sqrt[n]{X^{n+m}} = X \sqrt[n]{X^m}$
8. $p\sqrt{a} + q\sqrt{a} = (p+q)\sqrt{a}$
9. $\sqrt{(a+b) \pm 2\sqrt{ab}} = \sqrt{a} \pm \sqrt{b}$
10. $\sqrt{-1} = i$ (imaginair = khayal)
11. $i^2 = -1$; $i^3 = -1$; $i^4 = 1$
12. $a\,i \times b\,i = -ab$

Persamaan Pangkat Dua : —) $ax^2 + bx + c = 0$

1. $X_{1,2} = \dfrac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a} = \dfrac{-b \pm \sqrt{D}}{2a}$

   $X_1 + X_2 = -b/a$; $X_1 . X_2 = c/a$

2. $X_1^2 + X_2^2 = (X_1 + X_2)^2 - 2X_1X_2$
3. $X_1^3 + X_2^3 = (X_1 + X_2)^3 - 3X_1X_2(X_1 + X_2)$

4. $X_1^4 + X_2^4 = [(X_1+X_2)^2 - 2X_1X_2]^2 - 2(X_1X_2)^2$
5. a. $D > 0$ —) akarnya ada dua (nyata)
   b. $D = 0$ —) akarnya ada satu (dua akarnya sama)
   c. $D < 0$ —) tak punya akar (khayal)
   d. $D = k^2$ —) akarnya rasional
6. Syarat-syarat supaya :
   a. akar-akarnya berlawanan —) $X_1 + X_2 = 0$
   b. akar-akarnya berkebalikan —) $X_1 . X_2 = 1$
   c. kedua akarnya nyata & positip —) $D \geqslant 0$, $X_1 + X_2 > 0$, $X_1 . X_2 > 0$
   d. kedua akarnya nyata & negatip —) $D \geqslant 0$, $X_1 + X_2 < 0$, $X_1 . X_2 < 0$
   e. kedua akar sama besar dan positip —) $D = 0$, $X_1 + X_2 > 0$, $X_1 . X_2 > 0$
   f. kedua akarnya nyata, yang satu positip, yang lain negatip —) $D > 0$, $X_1 . X_2 < 0$

Fungsi Pangkat Dua :

1. $f(X) = aX^2 + bX + c = a(X + \frac{b}{2a})^2 + \frac{D}{-4a}$

   $= a(X - X_1)(X - X_2)$

   mempunyai harga ekstrim $\dfrac{D}{-4a}$, untuk $X = \dfrac{-b}{2a}$

   Harga ekstrim } minimum , bila $a > 0$
   } maksimum , bila $a < 0$

2. Syarat supaya f(X) $\begin{cases} \text{Definit positip} & , \ D < 0 \\ & \quad a > 0 \\ \text{Definit negatip} & , \ D < 0 \\ & \quad a < 0 \end{cases}$

Logaritma :

1. ${}^{g}\log a = p \ \text{---)} \ g^{p} = a$
2. ${}^{g}\log c = c$
3. ${}^{g}\log g^{n} = n \ ; \quad {}^{g}\log g = 1 \ ; \quad {}^{g}\log 1 = 0$
4. ${}^{a}\log a = 1$
5. $\log a = {}^{10}\log a$
6. ${}^{a}\log a^{n} = n$
7. ${}^{a}\log b = \dfrac{\log b}{\log a} \ ; \ {}^{a}\log b \times {}^{b}\log a = 1$

   ${}^{a}\log b \times {}^{b}\log c = {}^{a}\log c$
8. $\log a + \log b = \log ab$
9. $\log a - \log b = \log \dfrac{a}{b}$
10. $\log a^{n} = n \log a \ ; \ \log \sqrt[n]{a} = \dfrac{1}{n} \log a$
11. ${}^{a}\log b - {}^{b}\log a = 1$
12. ${}^{a}\log b \ {}^{b}\log c = {}^{a}\log c$

4

Analit

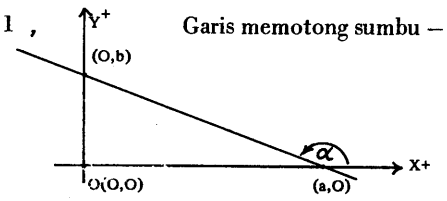
Garis Lurus :

1. $Ax + By + C = 0$, Persamaan implisit
2. $y = ax + b$, Persamaan explisit

   atau $y = mx + n$

   m ; adalah koefisien arah , $m = tg\alpha$

   α ; adalah sudut antara garis lurus dengan sumbu –X yang berarah positip.
3. $x = a$, Persamaan garis // sumbu – Y
4. $y = a$, Persamaan garis // sumbu – X
5. $y = ax$, Garis melalui 0 (0,0)
6. $x \cdot \cos \emptyset + y \cdot \sin \emptyset = n$, Persamaan normal Hesse
7. $\dfrac{x}{a} + \dfrac{y}{b} = 1$, Garis memotong sumbu – X dan sumbu –Y



8. $x = x_1 + t \cdot \cos\alpha$, Persamaan parameter
   $y = y_1 + t \cdot \sin\alpha$

9. Garis melalui satu titik $P(x_1 \cdot y_1)$:

   $(y - y_1) = m(x - x_1)$, garis ini // dengan garis : $y = mx + n$

10. Garis melalui dua titik $P(x_1, y_1)$ dan $Q(x_2, y_2)$

$$\frac{y - y_1}{y_2 - y_1} = \frac{x - x_1}{x_2 - x_1} \quad \text{dimana } tg = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}$$

11. Jarak $PQ = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$

12. Jarak $P(x_1, y_1)$ ke garis : $Ax + By + C = 0$

$$d_P = \frac{|Ax_1 + By_1 + C|}{\sqrt{A^2 + B^2}}$$

13. Sudut antara 2 garis : $y = m_1x + b$, dan
    $y = m_2x + C$.

$$tg\,\emptyset = \pm \frac{m_1 - m_2}{1 + m_1 m_2}$$

14. Dua garis tegak lurus sesamanya :

$m_1 m_2 = -1$, $\begin{cases} y = m_1x + b & \text{dan} \\ y = m_2x + c \end{cases}$

$A_1A_2 + B_1B_2 = 0$, $\begin{cases} A_1x + B_1y + C_1 = 0 & \text{, dan} \\ A_2x + B_2y + C_2 = 0 \end{cases}$

15. Dua garis sejajar :

$m_1 = m_2$

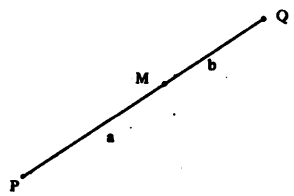
$A_1/A_2 = B_1/B_2$

16. Luas segi-banyak $= \frac{1}{2} \sum_{1}^{n} (x_1y_2 - x_2y_1)$

17. Garis bagi sudut antara 2 garis :

$$\frac{ax + by + c}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \pm \frac{px + qy + r}{\sqrt{p^2 + q^2}} \quad , \quad \begin{matrix} ax + by + c = 0 \\ px + qy + r = 0 \end{matrix}$$

18. Koordinat titik M , dimana PM : MQ = a : b



$$x_M = \frac{a.x_Q + b.x_P}{a + b}$$

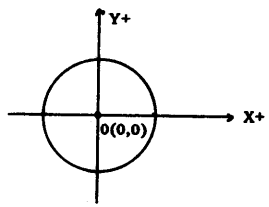
$$y_M = \frac{a.y_Q + b.y_P}{a + b}$$

Lingkaran :

1. Persamaan lingkaran dengan pusat $0(0,0)$:

$x^2 + y^2 = r^2$

r = jari-jari lingkaran



2. Persamaan lingkaran dengan pusat $M(a, b)$:

$(x - a)^2 + (y - b)^2 = r^2$

3. Persamaan Normal :

$x^2 + y^2 + Ax + By + C = 0$

pusat di $M(-\frac{1}{2}A, -\frac{1}{2}B)$; jari-jari $r = \sqrt{(\frac{1}{2}A)^2 + (\frac{1}{2}B)^2 - C}$

dengan syarat :

a). koefisien x^2 dan y^2 sama

b). suku xy tidak ada

4. Persamaan parameter lingkaran :
   $x = a + r.\cos\alpha$ —) α = parameternya
   $y = b + r.\sin\alpha$ Pusat : M (a,b)

5. Lingkaran berpusat di M (t,0) dan menyinggung sumbu —Y di 0 (0,0) :
   $x^2 + y^2 - 2tx = 0$

6. Lingkaran berpusat di M (0,t) dan menyinggung sumbu —X di 0 (0,0) :
   $x^2 + y^2 - 2ty = 0$

7. Persamaan garis singgung yang melalui P (x_o, y_o) pada lingkaran :
   * $x.x_o + y.y_o = r^2$
   * $(x-a)(x_o-a) + (y-b)(y_o-b) = r^2$
   * $x.x_o + y.y_o + \frac{1}{2}A(x+x_o) + \frac{1}{2}B(y+y_o) + C = 0$

8. Persamaan garis singgung dengan arah // y = mx pada suatu lingkaran dengan pusat 0 (0,0) :
   $y = mx \pm r\sqrt{1+m^2}$

9. Persamaan garis singgung dengan arah // y = mx pada suatu lingkaran dengan pusat M (a,b) :
   $(y-b) = m(x-a) \pm \sqrt{1+m^2}$

10. Persamaan garis kutub, terhadap titik A (x_1, y_1) di luar lingkaran :
    * $x.x_1 + y.y_1 = r^2$
    * $(x-a)(x_1-a) + (y-b)(y_1-b) = r^2$
    * $x.x_1 + y.y_1 + \frac{1}{2}A(x+x_1) + \frac{1}{2}B(y+y_1) + C = 0$

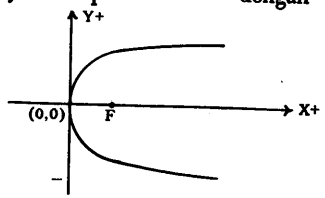
Potongan Kerucut :

$Ax^2 + 2Bxy + Cy^2 + Dx + 2Ey + F = 0$

1. $B^2 - AC > 0$: hyperbola
2. $B^2 - AC = 0$: parabola
3. $B^2 - AC < 0$: ellip

Parabola :

1. $y^2 = 2px$ dengan : focus F (½ p,0)
   garis arah x = — ½ p
   puncak parabola 0 (0,0)



2. $(y-b)^2 = 2p(x-a)$ dengan : focus F [(½p+a), b]
   garis arah x = — ½ p + a
   puncak parabola P (a,b).

3. Persamaan garis singgung pada parabola berpuncak P (a,b) dengan keofisien arah m :
   $(y-b) = m(x-a) + p/2m$

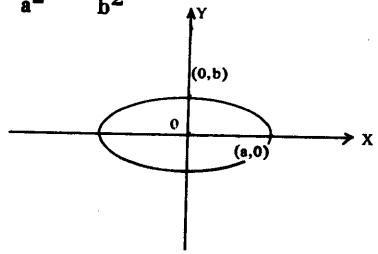
4. Persamaan garis singgung yang melalui titik A (x_1, y_1) pada parabola :
   $y.y_1 = p(x+x_1)$

5. Persamaan garis normal :
   * $y - y_1 = -(y_1/p)(x-x_1)$
   * $y = mx - p(m + \frac{1}{2}.m^3)$

6. Garis tengah sekawan :
   $y = p/m$, pada $y = mx$

Ellips :

1. $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ dengan : pusat 0 (0,0)
   garis arah x = $\pm a^2/c$
   focus F ($\pm$ c , 0)
   Syarat ellip $a^2 - b^2 = c^2$



2. $\frac{(x-p)^2}{a^2} + \frac{(y-q)^2}{b^2} = 1$ dengan : pusat P (p,q)
   Sumbu simetri // Sumbu koordinat

3. Persamaan parameter ellip dengan pusat 0 (0,0) :
   $x = a \cdot \cos \emptyset$
   $y = b \cdot \sin \emptyset$

4. Persamaan garis singgung // $y = mx$:
   * pada ellip yang berpusat 0 (0,0) : $y = mx \pm \sqrt{a^2.m^2 + b^2}$
   * pada ellip yang berpusat P (p,q) :
     $(y-q) = m(x-p) \pm \sqrt{m^2.a^2 + b^2}$

5. Persamaan garis singgung melalui A (x_1 , y_1) yang terletak pada ellip yang berpusat di 0 (0,0) :

   $$\frac{x \cdot x_1}{a^2} + \frac{y \cdot y_1}{b^2} = 1$$

6. Persamaan garis singgung melalui titik A (x_1 , y_1) yang terletak pada ellip yang berpusat di P (p,q) :

   $$\frac{(x-p)(x_1-p)}{a^2} + \frac{(y-q)(y_1-q)}{b^2} = 1$$

7. Persamaan garis normal di titik A (x_1,y_1) pada ellip :

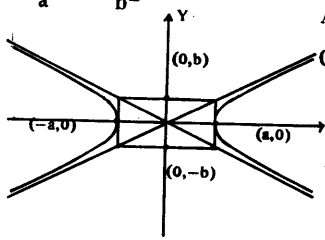
   $$y - y_1 = \frac{a^2 \cdot y_1}{b^2 \cdot x_1}(x - x_1)$$

8. Perhubungan dua arah sekawan :

   $$m \cdot m_1 = -\frac{b^2}{a^2}, \quad \begin{cases} y = mx \\ y = -\frac{b^2}{a^2.m_1}x \end{cases}$$

Hyperbola :

1. $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$



dengan : pusat di 0 (0,0)
Asymtoot $y = \pm (b/a)x$
Garis arah $x = \pm (a^2/c)$.
Focus F ($\pm$ c,0)
Syarat hyperbola $a^2 + b^2 = c^2$

2. Persamaan hyperbola dengan pusat P (p,q) :

   $$\left(\frac{x-p}{a}\right)^2 - \left(\frac{y-q}{b}\right)^2 = 1$$

3. Persamaan hyperbola sama sisi :

   $$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{a^2} = 1 \quad \text{atau} \quad x^2 - y^2 = a^2$$

4. Hyperbola orthogonal : $x^2 - y^2 = a^2$

5. Hyperbola sekawan :

   $$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = -1$$

6. Persamaan parameter : $x = a \cdot \sec \emptyset$
   $y = b \cdot \operatorname{tg} \emptyset$

7. Persamaan garis singgung melalui A (x_1 , y_1) pada hyperbola :

   $$\frac{x \cdot x_1}{a^2} - \frac{y \cdot y_1}{b^2} = 1$$

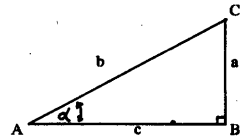
8. Persamaan garis singgung yang // $y = mx$:

   $y = mx \pm \sqrt{a^2.m^2 - b^2}$, dengan titik singgung :

   $x_o = \pm \frac{a^2}{\sqrt{a^2.m^2 - b^2}}$ dan $y_o = \mp \frac{b^2}{\sqrt{a^2.m^2 - b^2}}$

5

Ukur Sudut



sinus α = sin α = a/b
cosinus α = cos α = c/b
tangent α = tg α = a/c
cotangent α = ctg α = c/a

b = proyektum
a = proyektor
c = proyeksi

$$\text{tg}\,\alpha = \frac{\sin\alpha}{\cos\alpha} \quad ; \quad \sec\alpha = \frac{1}{\cos\alpha}$$

$$\text{ctg}\,\alpha = \frac{\cos\alpha}{\sin\alpha} \quad ; \quad \text{cosec}\,\alpha = \frac{1}{\sin\alpha}$$

1. $\sin^2\alpha + \cos^2\alpha = 1$
2. $1 + \text{tg}^2\alpha = \dfrac{1}{\cos^2\alpha} = \sec^2\alpha$
3. $1 + \text{ctg}^2\alpha = \dfrac{1}{\sin^2\alpha} = \text{cosec}^2\alpha$

Rumus-rumus penjumlahan :

4. $\sin(\alpha \pm \beta) = \sin\alpha \cdot \cos\beta \pm \cos\alpha \cdot \sin\beta$

5. $\cos(\alpha \pm \beta) = \cos\alpha \cdot \cos\beta \mp \sin\alpha \cdot \sin\beta$

6. $\operatorname{ctg}(\alpha \pm \beta) = \dfrac{\operatorname{ctg}\alpha \cdot \operatorname{ctg}\beta \mp 1}{\operatorname{ctg}\alpha \pm \operatorname{ctg}\beta}$

7. $\operatorname{tg}(\alpha \pm \beta) = \dfrac{\operatorname{tg}\alpha \pm \operatorname{tg}\beta}{1 \mp \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta}$

8. $\sin\alpha + \sin\beta = 2 \sin \tfrac{1}{2}(\alpha+\beta) \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$

9. $\sin\alpha - \sin\beta = 2 \cos \tfrac{1}{2}(\alpha+\beta) \cdot \sin \tfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$

10. $\cos\alpha + \cos\beta = 2 \cos \tfrac{1}{2}(\alpha+\beta) \cdot \cos \tfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$

11. $\cos\alpha - \cos\beta = -2 \sin \tfrac{1}{2}(\alpha+\beta) \cdot \sin \tfrac{1}{2}(\alpha-\beta)$

12. $\operatorname{tg}\alpha \pm \operatorname{tg}\beta = \dfrac{\sin(\alpha \pm \beta)}{\cos\alpha \cdot \cos\beta}$

13. (a) $\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta = \dfrac{\sin(\alpha+\beta)}{\sin\alpha \cdot \sin\beta}$

(b) $\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta = \dfrac{\sin(\alpha-\beta)}{\sin\alpha \cdot \sin\beta}$

14. $\sin 2\alpha = 2 \sin\alpha \cdot \cos\alpha$

15. $\cos 2\alpha = \cos^2\alpha - \sin^2\alpha = 2\cos^2\alpha - 1 = 1 - 2\sin^2\alpha$

16. $\operatorname{tg} 2\alpha = \dfrac{2 \operatorname{tg}\alpha}{1 - \operatorname{tg}^2\alpha}$

17. $\operatorname{ctg} 2\alpha = \dfrac{\operatorname{ctg}^2\alpha - 1}{2 \operatorname{ctg}\alpha}$

18. $\sin 3\alpha = 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha$

19. $\cos 3\alpha = 4\cos^3\alpha - 3\cos\alpha$

20. $\operatorname{tg} 3\alpha = \dfrac{3 \operatorname{tg}\alpha - \operatorname{tg}^3\alpha}{1 - 3\operatorname{tg}^2\alpha}$

21. $\sin(\alpha+\beta) \cdot \sin(\alpha-\beta) = \sin^2\alpha - \sin^2\beta = \cos^2\beta - \cos^2\alpha$

22. $\sin(\alpha+\beta) \cdot \cos(\alpha-\beta) = \sin\alpha \cdot \cos\alpha + \sin\beta \cdot \cos\beta$

23. $\cos(\alpha+\beta) \cdot \sin(\alpha-\beta) = \sin\alpha \cdot \cos\alpha - \sin\beta \cdot \cos\beta$

24. $\cos(\alpha+\beta) \cdot \cos(\alpha-\beta) = \cos^2\alpha - \sin^2\beta = \cos^2\beta - \sin^2\alpha$

25. $\sin\alpha \cdot \sin\beta = -\tfrac{1}{2}[\cos(\alpha+\beta) - \cos(\alpha-\beta)]$

26. $\sin\alpha \cdot \cos\beta = \tfrac{1}{2}[\sin(\alpha+\beta) + \sin(\alpha-\beta)]$

27. $\cos\alpha \cdot \sin\beta = \tfrac{1}{2}[\sin(\alpha+\beta) - \sin(\alpha-\beta)]$

28. $\cos\alpha \cdot \cos\beta = \tfrac{1}{2}[\cos(\alpha+\beta) + \cos(\alpha-\beta)]$

29. $\operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta = \dfrac{\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta}{\operatorname{ctg}\alpha + \operatorname{ctg}\beta} = \dfrac{\operatorname{tg}\beta - \operatorname{tg}\alpha}{\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{ctg}\beta}$

30. $\operatorname{ctg}\alpha - \operatorname{tg}\alpha = 2 \operatorname{ctg} 2\alpha$

31. $\sin \tfrac{1}{2}\alpha = \pm\sqrt{\tfrac{1}{2}(1 - \cos\alpha)}$

32. $\cos \tfrac{1}{2}\alpha = \pm\sqrt{\tfrac{1}{2}(1 + \cos\alpha)}$

33. $\operatorname{tg} \tfrac{1}{2}\alpha = \dfrac{1 - \cos\alpha}{\sin\alpha} = \dfrac{\sin\alpha}{1 + \cos\alpha}$

Sebarang sudut α :

$\cos(90^\circ - \alpha) = \sin\alpha$; $\operatorname{tg}(90^\circ - \alpha) = \operatorname{ctg}\alpha$

$\sin(90^\circ - \alpha) = \cos\alpha$; $\operatorname{ctg}(90^\circ - \alpha) = \operatorname{tg}\alpha$

	terletak antara :				$\pm\alpha$	$90^\circ \pm \alpha$	$180^\circ \pm \alpha$	$270^\circ \pm \alpha$
	0° s/d. 90°	90° s/d. 180°	180° s/d. 270°	270° s/d. 360°				
$\sin\alpha$	+	+	−	−	$\pm\sin\alpha$	$+\cos\alpha$	$\mp\sin\alpha$	$-\cos\alpha$
$\cos\alpha$	+	−	−	+	$+\cos\alpha$	$\mp\sin\alpha$	$-\cos\alpha$	$\pm\sin\alpha$
$\operatorname{tg}\alpha$	+	−	+	−	$\pm\operatorname{tg}\alpha$	$\mp\operatorname{ctg}\alpha$	$\pm\operatorname{tg}\alpha$	$\mp\operatorname{ctg}\alpha$
$\operatorname{ctg}\alpha$	+	−	+	−	$\pm\operatorname{ctg}\alpha$	$\mp\operatorname{tg}\alpha$	$\pm\operatorname{ctg}\alpha$	$\mp\operatorname{tg}\alpha$

Harga-harga Istimewa :

Derajat	0°		90°		180°		270°		360°
Kwadrat	I			II		III		IV	
Sin	0	+	+1	+	0	–	–1	–	0
Cos	+1	+	0	–	–1	–	0	+	+1
Tg	0	+	$\pm\infty$	–	0	+	$\pm\infty$	–	0
Ctg	$\mp\infty$	+	0	–	$\mp\infty$	+	0	–	$\mp\infty$

	Sin	Cos	Tg	Ctg
15°	$\frac{1}{4}(\sqrt{6}-\sqrt{2})$	$\frac{1}{4}(\sqrt{6}+\sqrt{2})$	$2-\sqrt{3}$	$2+\sqrt{3}$
18°	$\frac{1}{4}(-1+\sqrt{5})$	$\frac{1}{4}\sqrt{10+2\sqrt{5}}$	$\frac{1}{5}\sqrt{25-10\sqrt{5}}$	$\sqrt{5+2\sqrt{5}}$
$22\frac{1}{2}^o$	$\frac{1}{2}\sqrt{2-\sqrt{2}}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2+\sqrt{2}}$	$-1+\sqrt{2}$	$1+\sqrt{2}$
30°	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$	$\sqrt{3}$
36°	$\frac{1}{4}\sqrt{10-2\sqrt{5}}$	$\frac{1}{4}(1+\sqrt{5})$	$\sqrt{5-2\sqrt{5}}$	$\frac{1}{5}\sqrt{25+10\sqrt{5}}$
45°	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	$\frac{1}{2}\sqrt{2}$	1	1
60°	$\frac{1}{2}\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}$	$\sqrt{3}$	$\frac{1}{3}\sqrt{3}$

Fungsi Ilmu Ukur Sudut,

$\sin x = \sin\alpha \longrightarrow x_1 = \alpha + k \cdot 360^o$

$x_2 = 180^o - \alpha + k.360^o$

$\cos x = \cos\alpha \longrightarrow x = \pm\alpha + k \cdot 360^o$

$\operatorname{tg} x = \operatorname{tg}\alpha \longrightarrow x = \alpha + k \cdot 180^o$

$\operatorname{ctg} x = \operatorname{ctg}\alpha \longrightarrow x = \alpha + k \cdot 180^o$

$\cos x = 0 \longrightarrow x = (2k+1)\,90^o$

$\cos x = 1 \longrightarrow x = k \cdot 360^o$

$\sin x = 0 \longrightarrow x = k \cdot 180^o$

$\sin x = 1 \longrightarrow x = 90^o + k.360^o$

Bila : $\alpha+\beta+\gamma = 180^o$,

$\sin(\alpha+\beta) = \sin\gamma$; $\sin\frac{1}{2}(\alpha+\beta) = \cos\frac{1}{2}\gamma$

$\cos(\alpha+\beta) = -\cos\gamma$; $\cos\frac{1}{2}(\alpha+\beta) = \sin\frac{1}{2}\gamma$

$\sin\alpha + \sin\beta + \sin\gamma = 4\cos\frac{1}{2}\alpha \cos\frac{1}{2}\beta \cdot \cos\frac{1}{2}\gamma$

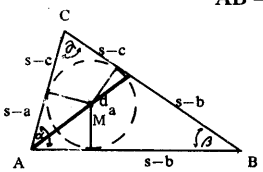
$\cos\alpha + \cos\beta + \cos\gamma = 1 + 4\sin\frac{1}{2}\alpha \cdot \sin\frac{1}{2}\beta \cdot \sin\frac{1}{2}\gamma$

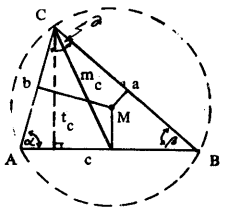
$\operatorname{tg}\alpha + \operatorname{tg}\beta + \operatorname{tg}\gamma = \operatorname{tg}\alpha \cdot \operatorname{tg}\beta \cdot \operatorname{tg}\gamma$

Rumus-rumus dalam ilmu ukur segitiga :

R = jari-jari lingkaran luar

AB = c ; AC = b ; BC = a





Rumus sinus : $\frac{a}{\sin\alpha} = \frac{b}{\sin\beta} = \frac{c}{\sin\gamma} = 2R$

Rumus cosinus : $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc\cdot\cos\alpha$

Rumus tangent (Napier) : $\frac{a+b}{a-b} = \frac{\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\alpha+\beta)}{\operatorname{tg}\frac{1}{2}(\alpha-\beta)}$

Rumus Mollweide (Delamber) :

$\frac{a+b}{c} = \frac{\cos\frac{1}{2}(\alpha-\beta)}{\sin\frac{1}{2}\gamma}$; $\frac{a-b}{c} = \frac{\sin\frac{1}{2}(\alpha-\beta)}{\cos\frac{1}{2}\gamma}$

Rumus Gauss :

$\sin\frac{1}{2}\alpha = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$; $\cos\frac{1}{2}\alpha = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}}$

$\operatorname{tg}\frac{1}{2}\alpha = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{s(s-a)}} = \frac{r}{s-a} = \frac{L}{s(s-a)}$

Rumus untuk garis tinggi : $t_c = b \cdot \sin\alpha = a \cdot \sin\beta$

Rumus untuk garis berat :

$$m_c^2 = \tfrac{1}{4}(a^2 + b^2 + 2ab \cdot \cos\gamma)$$

jari-jari lingkaran dalam :

$$r = (s-a)\,\text{tg}\tfrac{1}{2}\alpha = (s-b)\,\text{tg}\tfrac{1}{2}\beta = (s-c)\,\text{tg}\tfrac{1}{2}\gamma$$

jari-jari lingkaran luar : lihat rumus sinus

luas Δ ABC (= L) :

$$\tfrac{1}{2}bc.\sin\alpha = 2R^2.\sin\alpha.\sin\beta.\sin\gamma = \frac{a^2.\sin\beta.\sin\gamma}{2\sin\alpha}$$

Rumus untuk garis bagi dalam : $d_a = \dfrac{2\,bc \cdot \cos\frac{1}{2}\alpha}{b+c}$

$$R = \frac{abc}{4L}$$

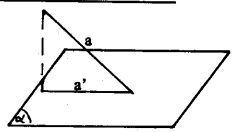
$$r = \frac{L}{s}$$

$$r = 4R.\sin\tfrac{1}{2}\alpha.\sin\tfrac{1}{2}\beta.\sin\tfrac{1}{2}\gamma = (s-a)\,\text{tg}\tfrac{1}{2}\alpha$$

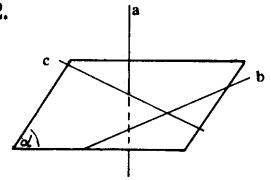
6

Ukur Ruang

Dalil–dalil Penting :

1. 

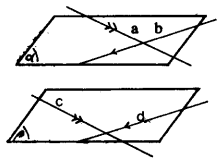
Sudut antara garis a dengan bidang α = sudut antara garis a dengan proyeksi a (= a') pada α

2. 

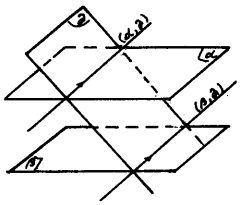
a $\perp \alpha$, maka a tegak lurus semua garis yang ada pada bidang α

a menyilang b

a memotong c

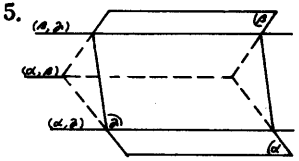
3. 

a // c
b // d
$\longrightarrow$ $\alpha \,//\, \beta$

4. 

$\alpha // \beta$ dipotong ∂, maka

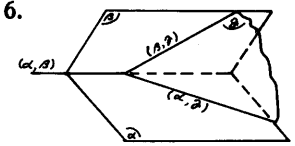
$(\alpha, \partial) // (\beta, \partial)$

5. 

$(\alpha, \beta) // (\beta, \partial)$

$(\alpha, \beta) // (\alpha, \partial)$

$\rightarrow (\beta, \partial) // (\alpha, \partial)$

6. 

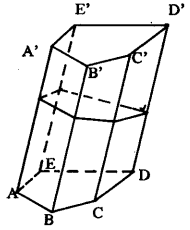
(α, ∂) dan (α, β) melalui P, maka

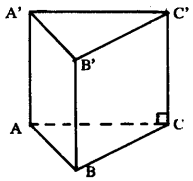
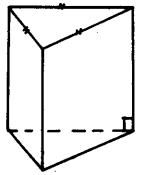
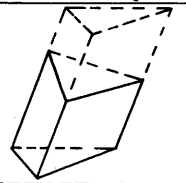
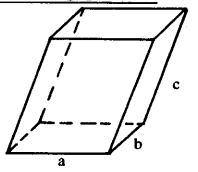
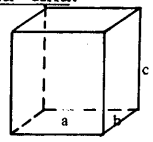
(β, ∂) melalui P.

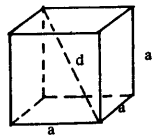
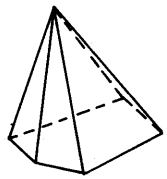
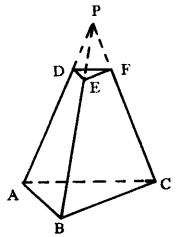
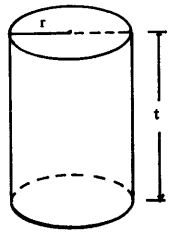
Benda–Benda

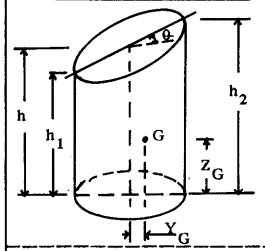
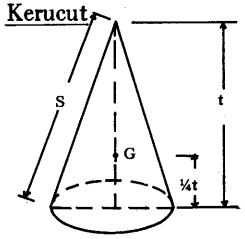
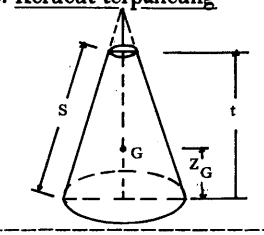
I = isi ; L = luas ; L_k = luas keseluruhan

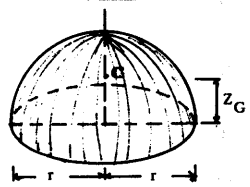
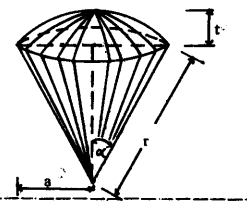
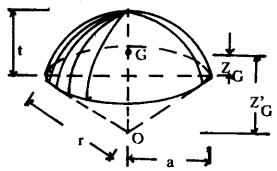
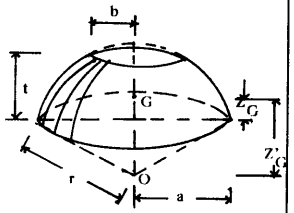
L_s = luas sisi tegak

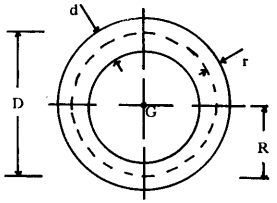
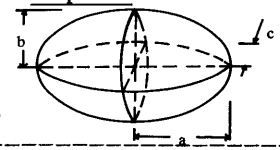
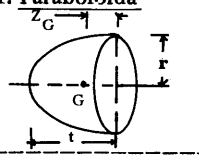
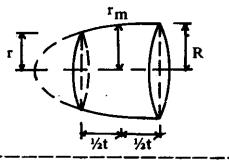
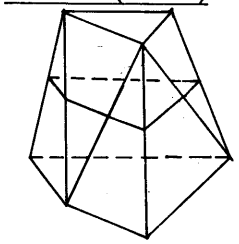
Nama & bentuk benda	Keterangan	I, L, L_k, L_s
1. Prisma 	L_A = luas bidang atas L_B = luas bidang bawah t = tinggi r_t = rusuk penampang siku-siku L_N = luas penampang siku-siku	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_A \cdot t$ $= L_B \cdot t$ $= L_N \cdot r_t$

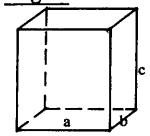
Nama & bentuk benda	Keterangan	I , L , L_k , L_s
2. Prisma tegak 	* Prinsma yang rusuk-rusuk tegaknya $\perp$ sisi alas/atas. $r_t = t$	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_A \cdot t$ $= L_B \cdot t$ $= L_N \cdot r_t$
3. Prisma beraturan 	* Prisma tegak yang bidang alasnya segi banyak beraturan $r_t = t$	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_A \cdot t$ $= L_B \cdot t$ $= L_B \cdot r_t$
4. Prisma sisi 3 terpancung 	* Bidang atas tidak // dengan bidang bawah L_N = luas penampang siku-siku $r_t \neq t$	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_N (1/3 \Sigma r_t)$
5. Paralelepipedum 	* Prisma yang bidang atas & alasnya berupa jajaran genjang. $r_t \neq t$	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_A \cdot r_t$ $= abc$
6. Paralelepipedum siku–siku. 	* Prisma tegak yang atas dan alasnya berupa empat persegi panjang $r_t = t = c$	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_A \cdot r_t$ $= abc$

Nama & bentuk benda	Keterangan	I , L , L_k , L_s
7. Kubus 	* Paralelepipedum siku-siku yang rusuk-rusuknya sama panjang. $r_t = t = a$ d = diagonal kubus	$L_k = 6\,a^2$ $I = a^3$ $d = a\sqrt{3}$
8. Limas 	L_B = luas bidang alas t = tinggi limas S = apotema (garis tinggi pada bidang tegak yang ditarik dari puncak.	L_s = (keliling bidang alas) ½ S. $I = {}^1/_3 \cdot L_B \cdot t$
9. Limas terpancung 	* Bidang atas // bidang alas. L_B = luas bidang alas L_A = luas bidang atas t = tinggi limas S = apotema	L_s = (kel. L_A + kel. L_B) . ½ S. $I = [({}^1/_3)\,t\,(L_A + L_B + \sqrt{L_A L_B})]$ $\frac{I_{(PDEF)}}{I_{(PABC)}} = \frac{PD}{PA} \cdot \frac{PF}{PC} \cdot \frac{PE}{PB}$ $= (\frac{PD}{PA})^3 = (\frac{PE}{PB})^3 = (\frac{PF}{PC})^3$
10. Tabung/Silinder 	$L_A = L_B$ r = jari-jari t = tinggi	$L_s = 2\pi r_t$ $I = \pi r^2 . t$

Nama & bentuk benda	Keterangan	I , L , L_k , L_s
11. Silinder terpancung 	G = titik berat Z_G = jarak titik berat dari alas. Y_G = jarak titik berat dari sumbu r = jari-jari bid.alas Θ = sudut kemiringan pancungan	$L_s = 2\pi rh$ $= \pi r\,(h_1 + h_2)$. $I = \pi r^2 h$ $Y_G = \frac{r^2 . tg\,\Theta}{4h}$ $z_G = ½h + \frac{r^2 . tg^2\Theta}{8h}$
12. Kerucut 	G = titik berat	$L_s = \pi r . S$ $I = ({}^1/_3)\pi r^2 . t$ $L_k = \pi r\,(S + r)$
13. Kerucut terpancung 	r = jari-jari bidang atas R = jari-jari bidang alas	$L_s = \pi(r+R).S$ $I = [({}^1/_3)\pi t\,(r^2 + R^2 + rR)]$ $Z_G = \frac{t}{4} . \frac{R^2 + 3Rr + 3r^2}{R^2 + Rr + r^2}$
14. Bola	r = jari-jari bola d = diameter bola d = 2r	$L_k = 4\,\pi r^2$ $= \pi d^2$ $I = ({}^4/_3) . \pi . r^3$ $= 4{,}189\,r^3$ $= 0{,}524\,d^3$

Nama & bentuk benda	Keterangan	I , L , L_k . L_s
15. Setengah bola 	d = 2 r G = titik berat ½ bola	$L_s = 2\pi r^2 = \frac{1}{2}\pi d^2$ $L_k = L_s + \pi r^2$ $I = (^2/3)\pi r^3 = (\pi/12).d^3$ $Z_G = (^3/8).r = 0{,}375\ r$
16. Juring bola/sektor bola 	t = tinggi juring r = jari-jari bola	$L_s = 2\pi rt$ $L_k = L_s + \pi ra$ $I = (^2/3)\pi r^2 t$ $t = r(1 - \cos\alpha)$
17. Tembereng bola 	t = tinggi tembereng r = jari-jari bola G = titik berat tembereng. $a^2 = t(2r - t)$	$L_s = 2\pi rt = \pi(a^2 + t^2)$ $L_k = L_s + \pi a^2$ $= \pi(2a^2 + t^2)$ $I = (\pi t^2/3)(3r - t)$ $Z_G = \frac{t}{4}\cdot\frac{(4r - t)}{(3r - t)}$ $Z'_G = \frac{3}{4}\cdot\frac{(2r - t)^2}{(3r - t)}$
18. Karatan bola 	r = jari-jari bola G = titik berat karatan bola $r^2 = a^2 + \left(\frac{a^2 - b^2 - t^2}{2t}\right)^2$	$L_s = 2\pi rt$ $L_k = L_s + \pi a^2 + \pi b^2$ $I = \frac{\pi t}{6}(3a^2 + 3b^2 + t^2)$ $Z_G = \frac{t}{2}\cdot\frac{2a^2 + 4b^2 + t^2}{3a^2 + 3b^2 + t^2}$ $Z'_G = \frac{3}{2}\cdot\frac{a^4 - b^4}{(3a^2 + 3b^2 + t^2)t}$

Nama & bentuk benda	Keterangan	I , L , L_k , L_s
19. Cincin Bola 	D = 2R d = garis tengah penampang. r = jari-jari penampang	$L_k = 4\pi^2 Rr$ $= 39{,}478\ Rr$ $= \pi^2 Dd$ $I = 2\pi^2 Rr^2$ $= 19{,}739\ Rr^2$ $\backsim 20Rr^2$
20. Ellipsoide 	a, b, c, ketiganya panjang setengah sumbu dari ellipsoide	$I = (4/3)\pi abc$ bila, b = c $I = (4/3)\pi ab^2$
21. Paraboloida 	G = titik berat t = tinggi r = jari-jari bidang alas	$I = \frac{1}{2}\pi r^2 t$ $X_G = (t/3)$
22. Karatan Paraboloida 	r_m = jari-jari rata-rata	$I = \frac{1}{2}\pi(R^2 - r^2)\,t$ $= \frac{1}{2}\pi r_m^2 . t$
23. Prismoida (Obelisk) 	* Bidang banyak yang titik-titik sudutnya semua terletak pada dua bidang yang sejajar L_A = luas bidang atas L_B = luas bidang bawah L_t = luas bidang irisan tengah t = tinggi.	$I = [(1/6)t.(L_A + L_B + 4L_t)]$

No. & bentuk benda	Keterangan	I , L , L_s , L_k
24. Paralelepipedum Tegak 	* Prisma tegak yang bidang atas dan bawahnya jajaran genjang $r_t = t = c$	$L_k = L_A + L_B + L_s$ $I = L_A \cdot r_t$ $= abc$

Bidang Banyak :

Dalil EULER : $S + T = R + 2$; S = Σ sisi, T = Σ titik sudut, R = Σ rusuk

Bidang banyak beraturan :
Mempunyai 3 bola konsentris (bola luar, bola dalam dan bola yang menyinggung rusuk).

R = jari-jari bola luar ; r = jari-jari bola dalam
L = luas ; I = isi
a = rusuk

Nama Benda	R	r	L	I
Bidang–4 beraturan (Tetraeder)	$\frac{1}{4}a\sqrt{6}$	$(1/12)a\sqrt{6}$	$a^2\sqrt{3}$	$(1/12)a^3\sqrt{2}$
Bidang–6 beraturan (Hexaeder)	$\frac{1}{2}a\sqrt{3}$	$\frac{1}{2}a$	$6\,a^2$	a^3
Bidang–8 beraturan (Octaeder)	$\frac{1}{2}a\sqrt{2}$	$(1/6)a\sqrt{6}$	$2a^2\sqrt{3}$	$(1/3)a^3\sqrt{2}$
Bidang-12 beraturan (Dodecaeder)	$\frac{1}{4}a(1+\sqrt{5})\sqrt{3}$	$(1/20)a.\sqrt{250+110\sqrt{5}}$	$3a^2.\sqrt{25+10\sqrt{5}}$	$\frac{1}{4}a^3.(15+7\sqrt{5})$
Bidang-20 beraturan (Isosaeder)	$\frac{1}{4}a\sqrt{10+2\sqrt{5}}$	$(1/12)\,a\,.\,(3+\sqrt{5})\sqrt{3}$	$5a^2\sqrt{3}$	$(5/12)\,a^3\,.\,(3+\sqrt{5})$

7

Diferensial & Integral

Dasar-dasar diferensial :

1. $\frac{dC}{dx} = 0$, C : konstanta
2. $\frac{d}{dx}[k.f(x)] = k.f'(x)$
3. $\frac{d}{dx}[f(x) \pm g(x)] = f'(x) \pm g'(x)$
4. $y = f(u)$, $u = u(x)$

   $\frac{dy}{dx} = f'(u) \cdot u'(x)$
5. $\frac{d[f(x) \cdot g(x)]}{dx} = f(x) \cdot g'(x) + f'(x) \cdot g(x)$
6. $\frac{d}{dx}\left[\frac{1}{f(x)}\right] = \frac{1}{[f(x)]^2} f'(x)$
7. $\frac{d}{dx}\left[\frac{f(x)}{g(x)}\right] = \frac{g(x) \cdot f'(x) - f(x) \cdot g'(x)}{[g(x)]^2}$

8. $y = F(u,v)$; $u = u(x)$; $v = v(x)$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{df}{du} \cdot \frac{du}{dx} + \frac{df}{dv} \cdot \frac{dv}{dx}$$

9. $y = f(t)$, $x = g(t)$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{(dy/dt)}{(dx/dt)}$$

Selanjutnya diberikan daftar diferensial.

No.	Fungsi	Hasil diferensial pertama $\frac{dy}{dx} = y'$
1	$y = C$	$y' = 0$
2	$y = x$	$y' = 1$
3	$y = a \pm b.f(x)$	$y' = \pm\ b.f'(x)$
4	$y = a^x$	$y' = a^x \cdot \ln a$
5	$y = x^n$	$y' = n \cdot x^{n-1}$
6	$y = e^x$	$y' = e^x$
7	$y = \ln x$	$y' = 1/x$
8	$y = {}^a\lg x$	$y' = \frac{1}{x \ln a} = \frac{1}{x} \cdot {}^a\log e$
9	$y = \sin x$	$y' = \cos x$
10	$y = \cos x$	$y' = -\sin x$
11	$y = \text{tg}\ x$	$y' = \sec^2 x$
12	$y = \text{ctg}\ x$	$y' = -\text{cosec}^2 x$
13	$y = \sec x$	$y' = \text{tg}\ x \cdot \sec x$
14	$y = \text{cosec}\ x$	$y' = -\ \text{ctg}\ x \cdot \text{cosec}\ x$
15	$y = \text{arc sin}\ x$	$y' = +\ 1/\sqrt{1 - x^2}$

No.	Fungsi	Hasil diferensial pertama $\frac{dy}{dx} = y'$
16	$y = \text{arc cos}\ x$	$y' = -\ 1/\sqrt{1-x^2}$
17	$y = \text{arc tg}\ x$	$y' = 1/(1 + x^2)$
18	$y = \text{arc ctg}\ x$	$y' = -\ 1/(1 + x^2)$
19	$y = \text{arc sec}\ x$	$y' = 1/(\lvert x \rvert \sqrt{x^2-1})$
20	$y = \text{arc cosec}\ x$	$y' = -1/(\lvert x \rvert \sqrt{x^2-1})$
21	$y = [\ f(x)\ ]^n$	$y' = n \cdot [f(x)]^{n-1} \cdot f'(x)$
22	$y = \sin [\ f(x)\ ]$	$y' = \cos f(x) \cdot f'(x)$
23	$y = \cos f(x)$	$y' = -\sin f(x) \cdot f'(x)$
24	$y = \text{tg}\ f(x)$	$y' = \frac{1}{\cos^2 f(x)} \cdot f'(x)$
25	$y = \text{ctg}\ f(x)$	$y' = \frac{1}{\sin^2 f(x)} \cdot f'(x)$
26	$y = {}^a\log f(x)$	$y' = \frac{1}{f(x).\ln a} \cdot f'(x)$
27	$y = \ln f(x)$	$y' = \frac{1}{f(x)} \cdot f'(x)$
28	$y = a^{f(x)}$	$y' = a^{f(x)} \cdot \ln a \cdot f'(x)$
29	$y = e^{f(x)}$	$y' = e^{f(x)} \cdot f'(x)$

Dasar-dasar Integral :

1. $\int a.dx = a.x + C$, C = konstanta
2. $\int k.f(x).dx = k \int f(x).dx + C$; k dan C : konstanta
3. $\int [f(x) \pm g(x)]\, dx = \int f(x)\,.\,dx \pm \int g(x).dx$
4. $\int f\,[g(x)]\, g'(x).dx = \int f[g(x)]\, dg(x)$
5. $\int f(ax+b)\,.\,dx = (1/a) \int f\,(ax+b)\,.\,d\,(ax+b)$
6. $\int f(x).dx = [\, \int f\,(\emptyset\,(t))\ \emptyset'(t)\,.\,dt\,]_{t=\emptyset^{-1}(x)}$
7. $\int f(x).g'(x).dx = f(x).g(x) - \int f'(x).g(x).dx$

No.	f(x)	$\int f(x).dx$
1	x^n	$\frac{x^{n-1}}{n+1} + C$, $n \neq -1$
2	$1/x$	$\ln x + C$
3	$\frac{1}{x \pm a}$	$\ln \mid x \pm \mid + C$
4	a^{mx}	$\frac{a^{mx}}{m\,.\,\ln a} + C$; $a>0$, $a \neq 1$
5.	e^{mx}	$(1/m)\,.\,e^{mx} + C$
6.	sin x	$-\cos x + C$
7	cos x	$\sin x + C$
8	tg x	$-\ln \mid \cos x \mid + C$
9	cosec x	$-\ln \mid \text{cosec } x + \text{ctg } x \mid + C$
10	sec x	$\ln \mid \sec x + \text{tg } x \mid + C$
11	ctg x	$\ln \mid \sin x \mid + C$
12	$\sin^{-1} x$	$x\,.\,\sin^{-1} x + \sqrt{1-x^2} + C$
13	$\cos^{-1} x$	$x\,.\,\cos^{-1} x - \sqrt{1-x^2} + C$

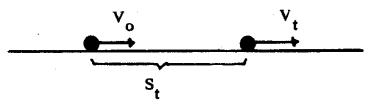
No.	f(x)	$\int f(x).dx$
14	$\text{tg}^{-1} x$	$x\,.\,\text{tg}^{-1} x - \frac{1}{2} \log (a+x^2) + C$
15	ln x	$x\,.\,\ln \mid x \mid - x + C$
16	$^a \log x$	$x\,[\ ^a \log x - {}^a \log e\ ] + C$
17	$x^m . \ln x$	$\frac{x^{m+1}}{m+1}\ (\ln x - \frac{1}{m+1}) + C$
18.	$\frac{1}{x\,.\,\ln x}$	$\ln (\ln x) + C$
19.	$\frac{1}{a+bx}$	$(1/b)\,.\,\ln (a+bx) + C$
20.	$\frac{1}{a^2+x^2}$	$(1/a)\,.\,\text{arc tg}\,(x/a) + C$
21.	$\frac{1}{a^2-x^2}$	$\frac{1}{2a}.\ln \left\lvert \frac{a+x}{a-x} \right\rvert + C$
22.	$\frac{1}{x^2-a^2}$	$\frac{1}{2a}\,.\,\ln \left\lvert \frac{x-a}{x+a} \right\rvert + C$
23	$\frac{1}{1+x^2}$	$\text{arc tg } x + C$
24	$x\sqrt{a+bx}$	$-\frac{2(2a-3bx)\sqrt{(a+bx)^3}}{15.b^2} + C$
25.	$\sqrt{x^2 \pm a^2}$	$\frac{1}{2}x\sqrt{x^2 \pm a^2} \pm \frac{1}{2}a^2 . \ln \lvert x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \rvert + C$
26	$\sqrt{a^2 - x^2}$	$\frac{1}{2}x\sqrt{a^2-x^2} + \frac{1}{2}a^2 . \arcsin (x/a) + C$
27.	$\frac{1}{\sqrt{x^2 \pm a^2}}$	$\ln \lvert x + \sqrt{x^2 \pm a^2} \rvert + C$

No.	f(x)	$\int f(x).dx$
28.	$\frac{1}{\sqrt{a^2 - x^2}}$	arc sin ($^x/_a$) + C
29.	$\frac{1}{x\sqrt{x^2-1}}$	arc sec x + C
30.	$(a+bx)^n$	$\frac{(a+bx)^{n+1}}{(n+1)b}$ + C ; $n \neq -1$
31.	$x\,(x^2 \pm a^2)^{\frac{1}{2}n}$	$\frac{(x^2 \pm a^2)^{\frac{1}{2}(n+2)}}{n+2}$ + C
32	$x\,(a^2-x^2)^{\frac{1}{2}n}$	$-\frac{(a^2-x^2)^{\frac{1}{2}(n+2)}}{n+2}$ + C
33	$\frac{1}{\cos^2 x}$	tg x + C
34	$\frac{1}{\sin^2 x}$	- ctg x + C
35	$\sin^2 x$	- ½ sin x . cos x + ½ x + C

8

Ilmu Pesawat

Gerak lurus beraturan :



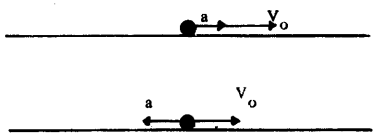
$V_t = V_o$

$S_t = V_o \cdot t$

V_o : kecepatan awal

V_t : kecepatan pada saat benda bergerak selama t (waktu).

Gerak lurus berubah beraturan :



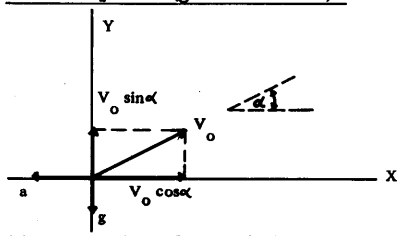
$S_t = V_o.t \pm \frac{1}{2}.a.t^2 = \frac{1}{2}.t(V_o + V_t)$

$V_t = V_o \pm a.t$

a : percepatan atau perlambatan
t : waktu

(+ a ; bila gerak di percepat :
− a ; bila gerak di perlambat).

Lintasan peluru (gerak Parabola) :



$S_x = V_o.t.\cos\alpha \ - \frac{1}{2}.a.t^2$

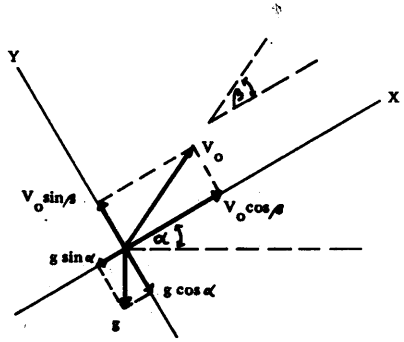
$S_y = V_o.t.\sin\alpha \ - \frac{1}{2}.g.t^2$

$V_x = V_o \,.\, \cos\alpha \ - a.t.$

$V_y = V_o \,.\, \sin\alpha \ - g.t.$

g : percepatan gaya berat

Lintasan peluru dengan bidang miring :



$S_x = V_o.t.\cos\beta \ - \frac{1}{2}.g.t^2.\sin\alpha$

$S_y = V_o.t.\sin\beta \ - \frac{1}{2}.g.t^2.\cos\alpha$

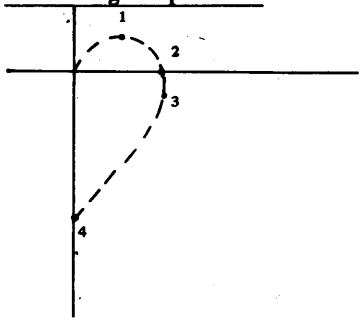
$V_x = V_o.\cos\beta \ - g.t.\sin\alpha$

$V_y = V_o \,.\, \sin\beta \ - g.t.\cos\alpha$

$V_t = \sqrt{V_x^{\,2} + V_y^{\,2}}$

$tg\,\emptyset = (V_y / V_x)$

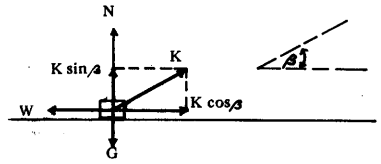
Sifat-sifat gerak parabola:



1. titik tertinggi tercapai, bila $V_y = 0$
2. titik potong dengan sumbu –X , bila $S_y = 0$
3. titik terjauh tercapai bila $V_x = 0$
4. titik potong dengan sumbu –Y , bila $S_x = 0$
5. jatuh ⊥ sumbu –X (//sb–Y), bila $V_x = 0$
6. jatuh ⊥ sumbu –Y (//sb–X), bila $V_y = 0$

Pergeseran :

$W = N.f \quad ; \quad K = m.a \quad ; \quad G = m.g$

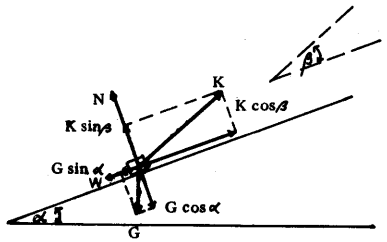


Seimbang bila $K\cos\beta \leqslant W$.

Bergerak kekanan bila (W kekiri)

$K\cos\beta > W$

$K\cos\beta - W = \frac{G}{g} \cdot a$



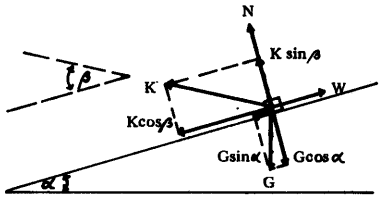
Seimbang bila :

$W + G\sin\alpha > K\cos\beta$

Bergerak keatas bila : (W kebawah)

$W + G\sin\alpha < K\cos\beta$

$K\cos\beta - W - G\sin\alpha = \frac{G}{g} \cdot a$



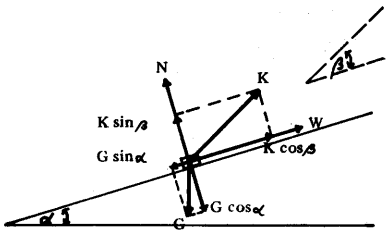
Seimbang bila :

$K\cos\beta + G\sin\alpha \leqslant W$

Bergerak kebawah bila : (W keatas)

$K\cos\beta + G\sin\alpha > W$

$K\cos\beta + G\sin\alpha - W = \frac{G}{g} \cdot a$



Seimbang bila :

$G\sin\alpha \leqslant W + K\cos\beta$

Bergerak kebawah bila (W keatas)

$G\sin\alpha > W + K\cos\beta$

$G\sin\alpha - W - K\cos\beta = \frac{G}{g} \cdot a$

Gerak melingkar beraturan :

$V = S/t$

$\omega = \alpha/t$

$V = \omega . R = (2.\pi.R)/T$

$a = V^2/R = \omega^2 . R$

$= (4.\pi^2 . R)/T^2$

$N = 1/T$

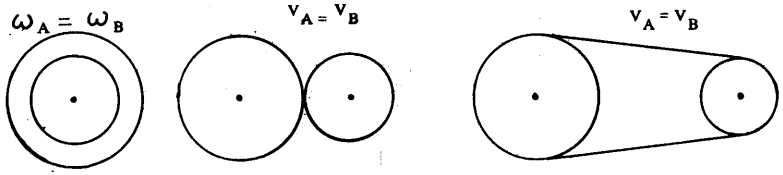
$= V/(2.\pi.R)$

$= \omega/(2.\pi)$

$= \omega/(360^o)$

dimana ;

S	=	jarak yang ditempuh oleh busur lingkaran
α	=	sudut yang ditempuh pada pusat lingkaran
V	=	kecepatan linier
ω	=	kecepatan sudut
a	=	percepatan sentrifugal
T	=	waktu untuk menempuh satu lingkaran penuh.
N	=	banyaknya putaran per-satuan waktu



Gerak melingkar berubah beraturan :

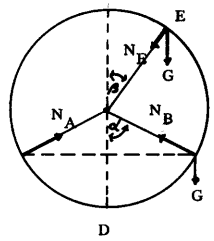
$\alpha_t = \omega_0 . t + \frac{1}{2}.q.t^2$

$\omega_t = \omega_0 + q.t$

dimana ;

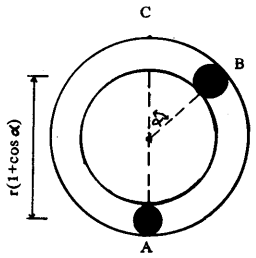
q	=	percepatan sudut
α	=	sudut yang ditempuh

Gerak titik materi dalam lingkaran vertikal :



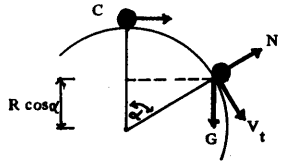
1. Apabila $V_D \leq \sqrt{2gr}$, titik materi mengadakan gerak ayunan.
2. Apabila $\sqrt{2gr} < V_D < \sqrt{6gr}$, titik materi akan meninggalkan lingkaran.
   syarat : $N_E = 0$
3. Apabila $V_D > \sqrt{5gr}$, titik materi mengadakan gerak satu lingkaran penuh.
4. $K_{cf} = m (V_B^2 / R) =$
   $= N_B - G \cos\alpha$
5. $K_{cf} = m (V_E^2 / R) =$
   $= N_E - G \cos\beta$

Gerak titik materi diantara 2 lingkaran :



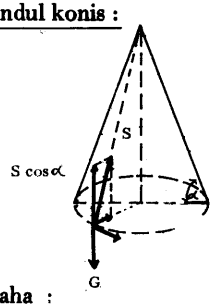
1. Syarat melalui titik B :
   $V_A^2 > 2.g.r (1 + \cos\alpha)$
2. Syarat mencapai titik B :
   $V_A^2 = 2.g.r (1 + \cos\alpha)$
3. Syarat sampai puncak C :
   $V_A = 2\sqrt{gr}$
4. Syarat menempuh satu lingkaran penuh :
   $V_A > 2\sqrt{gr}$

Gerak titik materi di bagian luar lingkaran vertikal :



1. $K_{cf} = m (V^2/R) = G \cos\alpha - N$
2. V_t = dicari dengan hukum :
   Tenaga gerak & Usaha
   $G.R(1 - \cos\alpha) = \frac{1}{2}.m(V_t^2 - V^2)$
3. Syarat meninggalkan lingkaran :
   $N = 0$

Bandul konis :



$T = 2.\pi \sqrt{(1/g)\cos\alpha}$

1 = panjang tali

Usaha :

$U = K.S.\cos\alpha = \frac{1}{2}.m\,(V_B^2 - V_A^2)$

Tenaga gerak di – B : $L_B = \frac{1}{2}.m.V_B^2$ (energi kinetik)

Tenaga tempat di–B : $P_B = G.h_B$ (energi potensial)

Energi mekanis : $L + P$ = tetap (hukum kekekalan tenaga)

Tumbukan :

M, V_1, V_2 adalah berturut-turut masa, kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan dari benda pertama

m, v_1, v_2 adalah berturut-turut masa, kecepatan sebelum dan sesudah tumbukan dari benda kedua

Dalam kejadian tumbukan, selalu berlaku :

$$M.V_1 + m.v_1 = M.V_2 + m.v_2$$

Untuk tumbukan elastis (kenyal) tidak sempurna : (e = 0)

$$V_2 = v_2 = \frac{M.V_1 + m.v_1}{M + m}$$

Untuk tumbukan kenyal sempurna : (e = 1)

tenaga kinetik tetap : $\frac{1}{2}.M.V_1^2 + \frac{1}{2}.m.v_1^2 = \frac{1}{2}.M.V_2^2 + \frac{1}{2}.m.v_2^2$

Untuk tumbukan setengah kenyal :

(e = koefisien keelastisan)

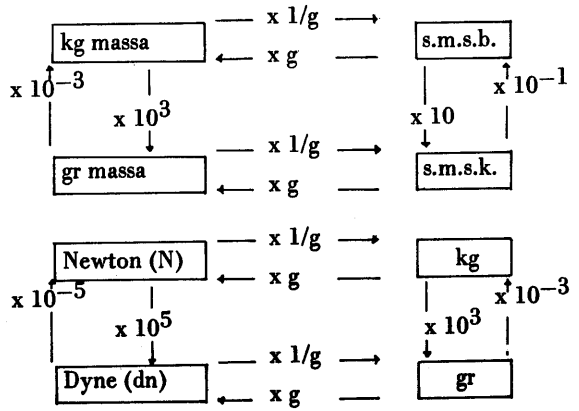
$$V_1 - V_2 = (1+e)\,m\,\frac{V_1 - v_1}{M + m}$$

$$v_2 - v_1 = (1+e)\,M\,\frac{V_1 - v_1}{M + m}$$

Sistim-sistim satuan :

Susunan	Susunan dinamis kecil	Susunan dinamis besar	Susunan statis kecil	Susunan statis besar
Panjang (S)	cm	m	cm	m
Waktu (t)	detik	detik	detik	detik
Percepatan (a)	cm/det^2	m/det^2	cm/det^2	m/det^2
Massa (m)	gr massa	kg massa	s.m.s.k.	s.m.s.b.
Gaya (K)	dyne (dn)	Newton (N)	gr	kg
Momen (M)	dyne cm	Newton m	gr cm	kg m

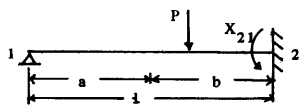
Hubungan satuan :



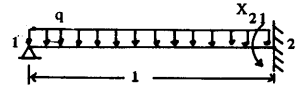
9

Mekanika Teknik

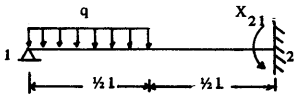
Momen-momen primair yang sering kita jumpai dalam bidang Teknik Sipil :

1. 

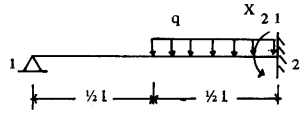
$$X_{21} = -\frac{Pab\,(l+a)}{2l^2}$$

2. 

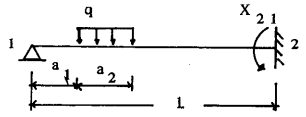
$$X_{21} = -\,(1/8)\,q.l^2$$

3. 

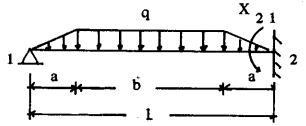
$$X_{21} = -\,(7/128)\,q.l^2$$

4. 

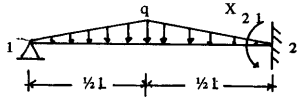
$$X_{21} = -\,(9/128)\,q.l^2$$

5. 

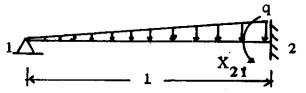
$$X_{21} = -\,(9/2l^2)\,[\,\tfrac{1}{2}\,l^2\,(a_2^2 - a_1^2) - \tfrac{1}{4}.(a_2^4 - a_1^4)\,]$$

6. 

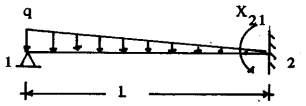
$$X_{21} = -\,\frac{q.l^2}{64}\,(1 + b/l)\,(5 - b^2/l^2)$$

7. 

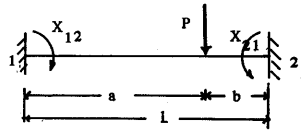
$$X_{21} = -\,(5/62)\,q.l^2$$

8. 

$$X_{21} = -\,(1/15)\,q.l^2$$

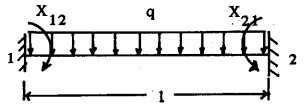
9. 

$$X_{21} = -\,(7/120)\,q.l^2$$

10. 

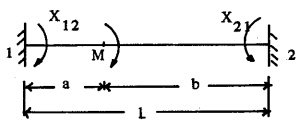
$$X_{12} = \frac{Pab^2}{l^2}$$

$$X_{21} = -\,\frac{Pa^2b}{l^2}$$

11. 

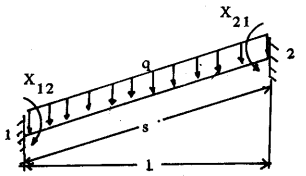
$$X_{12} = (1/12)\,q.l^2$$

$$X_{21} = -\,(1/12)\,q.l^2$$

12. 

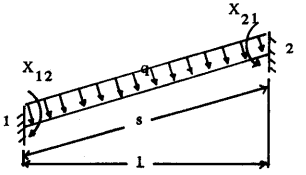
$$X_{12} = -\,M\,(b/l)\,(\frac{2a}{l} - \frac{b}{l})$$

$$X_{21} = -\,M\,(a/l)\,(\frac{2b}{l} - \frac{a}{l})$$

13. 

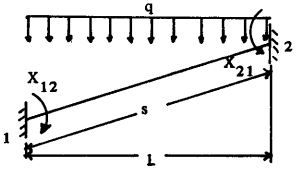
$$X_{12} = (1/12)\,q\,l\,s$$

$$X_{21} = -\,(1/12)\;q\,l\,s$$

14, 

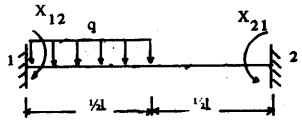
$$X_{12} = (1/12)\,q\,s^2$$

$$X_{21} = -\,(1/12)\,q\,s^2$$

15. 

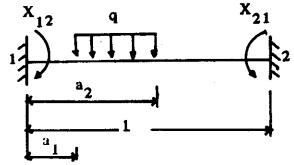
$$X_{12} = (1/12)\,q.l^2$$

$$X_{21} = -\,(1/12)\,q.l^2$$

16. 

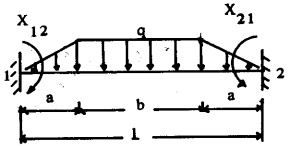
$$X_{12} = (11/192)\, q.l^2$$

$$X_{21} = -(5/192)\, q.l^2$$

17. 

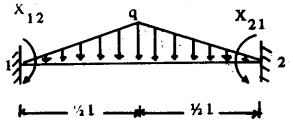
$$X_{12} = (q/l^2)\,[\,\tfrac{1}{2} l^2 (a_2^2 - a_1^2) - (2/3) l (a_2^3 - a_1^3) + \tfrac{1}{4} (a_2^4 - a_1^4)\,]$$

$$X_{21} = -(q/l^2)\,[\,(1/3) l (a_2^3 - a_1^3) - \tfrac{1}{4} (a_2^4 - a_1^4)\,]$$

18. 

$$X_{12} = \frac{q.l^2}{96} (1 + b/l)(5 - b^2/l^2)$$

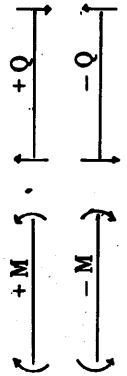
$$X_{21} = -\frac{q.l^2}{96} (1 + b/l)(5 - b^2/l^2)$$

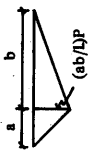
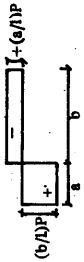
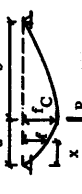
19. 

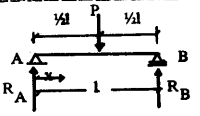
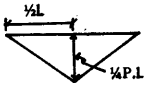
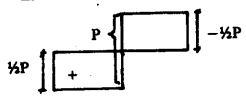
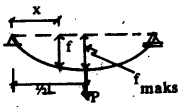
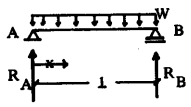
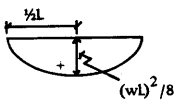
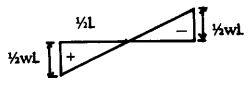
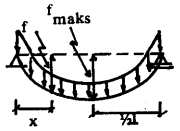
$$X_{12} = (5/96)\, q.l^2$$

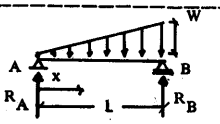
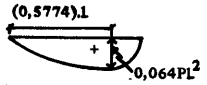
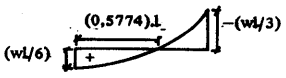
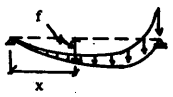
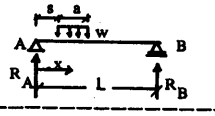
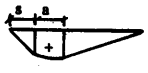
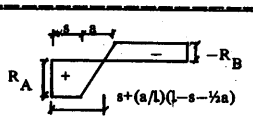
$$X_{21} = -(5/96)\, q.l^2$$

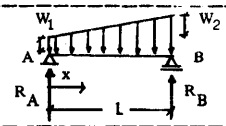
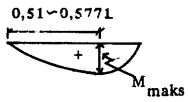
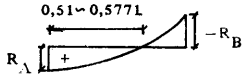
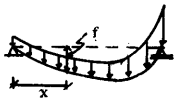
REAKSI PERLETAKAN
MOMEN LENTUR, GAYA LINTANG DAN LENTURAN
PADA KONSTRUKSI DUA PERLETAKAN



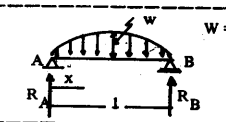
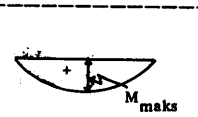
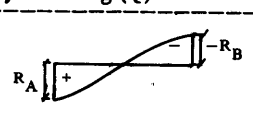
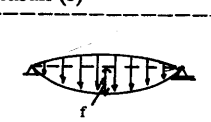
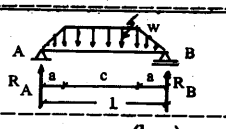
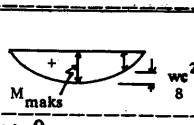
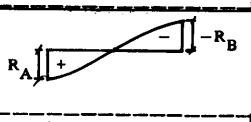
Statika konstruksi & muatan	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = (b/l)\,P$ $R_B = (a/L)\,P$	$a > x > 0$, $M = (bx/l)P$ $l > x > a$, $M = \frac{a(l-x)}{l} P$ $M_{maks} = (ab/l)P$	$a > x > 0$, $Q = (b/l)P$ $l > x > a$, $Q = -(a/l)P$	$a > x > 0$, $f = \frac{Pa^2b^2}{6EIL} \left(\frac{2x}{a} + \frac{x}{b} - \frac{x^3}{a^2b} \right)$ $l > x > a$, $f = \frac{Pa^2b^2}{6EIl} \left[\frac{(l-x)}{a} + \frac{2(l-x)}{b} - \frac{(l-x)^3}{ab^2} \right]$ $a < \tfrac{1}{2} l$, $f_{maks} = \frac{P(l-b)}{3EIl} \left[\frac{b(2l-b)}{3} \right]^{3/2}$; $x = l - \sqrt{\frac{l^2 - a^2}{3}}$ $a > \tfrac{1}{2} l$, $f_{maks} = \frac{P(l-a)}{3EIl} \left[\frac{a(2l-a)}{3} \right]^{3/2}$; $x = \sqrt{\frac{l^2 - b^2}{3}}$ $f_C = (Pa^2b^2) / (3EIl)$

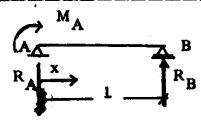
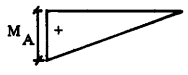
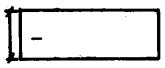
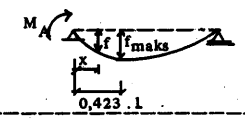
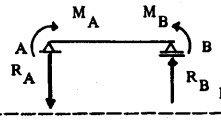
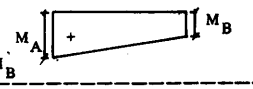
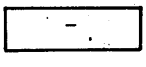
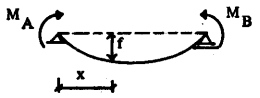
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = R_B = \frac{1}{2} P$	$\frac{1}{2} l > x > 0$, $M = \frac{1}{2} Px$ $l > x > \frac{1}{2} l$, $M = \frac{P(l-x)}{2}$ $M_{maks} = \frac{1}{4} Pl$	$\frac{1}{2} l > x > 0$, $Q = \frac{1}{2} P$ $l > x > \frac{1}{2} l$, $Q = -(\frac{1}{2} P)$	$\frac{1}{2} l > x > 0$, $f = \frac{P l^3}{48EI} (\frac{3x}{l} - \frac{4x^3}{l^3})$ $f_{maks} = \frac{P l^3}{48EI}$
			
$R_A = R_B = (wl)/2$	$M = \frac{wx}{2}(l - x)$ $M_{maks} = \frac{w l^2}{8}$	$Q = \frac{1}{2} w (l - 2x)$ $Q_{maks} = \pm (\frac{1}{2} w l)$	$f = \frac{w l^4}{24EI} (\frac{x}{l} - \frac{2x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4})$ $x = \frac{1}{2} l$ $f_{maks} = \frac{5 w l^4}{384EI}$

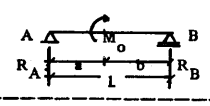
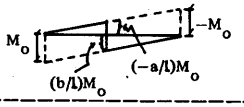
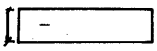
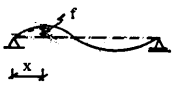
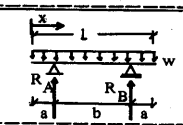
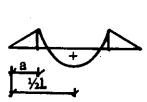
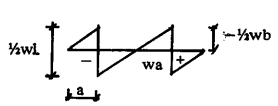
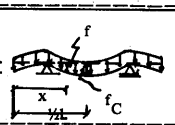
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = (wl)/6$ $R_B = (wl)/3$	$M = \frac{wl}{6} x (1 - x^2/l^2)$ $M_{maks} = \frac{wl^2}{9\sqrt{3}} = 0{,}0641\ wl^2$ $x = \frac{1}{\sqrt{3}} = (0{,}5774)l$	$Q = \frac{wl}{2}[(1/3) - x^2/l^2)]$ $Q_{maks} = -\frac{wl}{3}$	$f = \frac{wl^4}{360EI} (7\frac{x}{l} - 10\frac{x^3}{l^3} + 3\frac{x^5}{l^5})$ $f_{maks} = \frac{5wl^4}{768EI}$ $\approx 0{,}00651 \frac{wl^4}{EI}$ $x = (0{,}519)l$
			
$R_A = \frac{wa}{l}(l - s - \frac{a}{2})$ $R_B = \frac{wa}{l}(s + \frac{a}{2})$	$s > x > 0$, $M = [(wa/l)(l - s - a/2)].x$ $(a+s) > x > s$, $M = [(wa/l)(l - s - a/2)]x - w(x-s)^2/2$ $l > x > (a+s)$ $M_{maks} = \frac{wa}{l}(l - s - a/2)[s + \frac{a(l - s - a/2)}{2(l)}]$ $x = s + (a/l)(l - s - a/2)$	$s > x > 0$, $Q = [(wa/l)(l - s - a/2)]$ $(a+s) > x > s$, $Q = w[(a/l)(l - s - a/2) - (x-s)]$ $l > x > (a+s)$ $Q = [(wa/l)(s + a/2)]$	

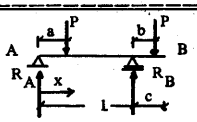
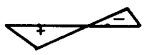
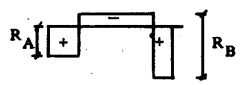
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = 1/6\,(3w_1+w_2)$ $R_B = 1/6\,(3w_1+2w_2)$	$M = \frac{x(l-x)}{6}[3w_1 + (1+\frac{x}{l}).w_2]$ $M_{maks} = \frac{l^2}{k}(w_1+\frac{w_2}{2})$	$Q = w_1 l(\frac{1}{2}-\frac{x}{l}) + [\frac{w_2 l}{2}(\frac{1}{3} - x^2/l^2]$ $Q_{maks} = -\frac{1}{6}(3w_1+2w_2)$	$f = \frac{w_1 l^4}{24EI}(\frac{x}{l} - 2\frac{x^3}{l^3}+\frac{x^4}{l^4}) +$ $\frac{w_2 l^4}{360EI}(7\frac{x}{l} - 10\frac{x^3}{l^3} + 3\frac{x^5}{l^5})$ $f_{maks} = \frac{5w_1 l^4}{384EI} + \frac{5w_2 l^4}{768EI}$

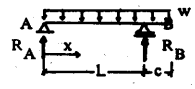
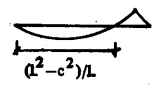
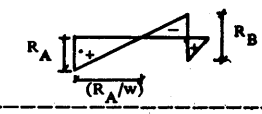
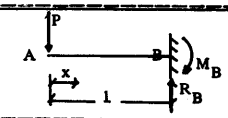
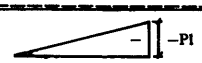
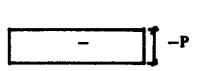
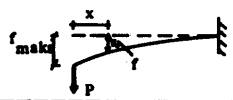
$\frac{w_1}{w_1+w_2}$	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
x/L	0,577	0,566	0,550	0,545	0,536	0,528	0,520	0,514	0,508	0,504	0,500
k	7,79	7,82	7,85	7,89	7,91	7,93	7,94	7,96	7,98	7,99	8,00

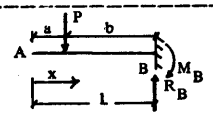
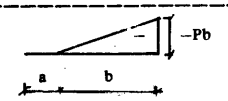
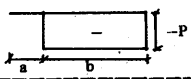
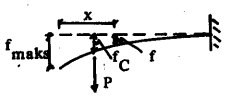
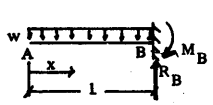
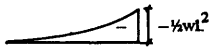
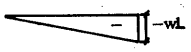
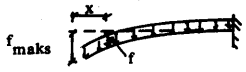
	Momen Lentur (M)	Gaya Lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = R_B = (wl/3)$	$M = \frac{wl^2}{3}(\frac{x}{l} - 2\frac{x^3}{l^3} + \frac{x^4}{l^4})$ $M_{maks} = (5/48)wl^2 = 0{,}1042\,wl^2,$ $x = \frac{1}{2}l$	$Q = \frac{wl}{3}(1 - 6\frac{x^2}{l^2} + 4\frac{x^3}{l^3})$	$f = \frac{wl^4}{90EI}(3\frac{x}{l} - 5\frac{x^3}{l^3} + 3\frac{x^5}{l^5} - \frac{x^6}{l^6})$ $f_{maks} = \frac{61\,w\,l^4}{5760EI} = 0{,}01059\,\frac{wl^4}{EI},$ $x = \frac{1}{2}l$
			
$R_A = R_B = \frac{w(l-a)}{2}$	$a > x > 0,$ $M = (w/6a)[3a(l-a)x - x^3]$ $x = a,$ $M = (wa/6)(3l - 4a)$ $(a+c) > x > a,$ $M = [(wa/6)(3l-a)] + \frac{w(x-a)(a+c-x)}{2}$ $M_{maks} = [(w/24)(3l^2 - 4a^2)]$ $x = \frac{1}{2}l$	$a > x > 0,$ $Q = \frac{w(l-a)}{2} - \frac{wx^2}{2a}$ $x = a,$ $Q = \frac{1}{2}wc$ $(a+c) > x > a,$ $Q = (wc/2) - w(x-a)$	$f_{maks} = \frac{wl^4}{1920EI}(25 - 40\frac{a^2}{l^2} + 16\frac{a^4}{l^4}),$ $x = \frac{1}{2}l$

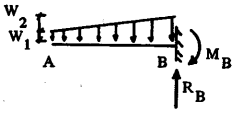
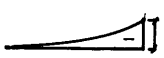
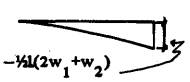
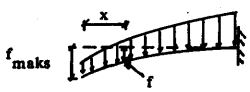
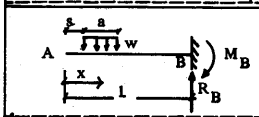
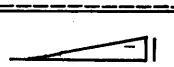
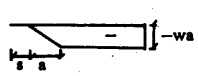
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = -M_A/l$ $R_B = -M_A/l$	$M = M_A\left(\frac{l-x}{l}\right)$ $M_{maks} = M_A$	$Q = -M_A/l$	$f = \frac{M_A l^2}{6EI}\left[\frac{l-x}{l} - \frac{(l-x)^3}{l^3}\right]$ $f_{maks} = \frac{M_A l^2}{9\sqrt{3}\,EI} = 0{,}0642\frac{M_A l^2}{EI}$, $x = (0{,}423)\,l$
			
$R_A = -\frac{M_A - M_B}{l}$ $R_B = +\frac{M_A - M_B}{l}$	$M = M_A - \frac{M_A - M_B}{l}\,x$ $M_A > M_B$, $M_{maks} = M_A$; $x = 0$ $M_A < M_B$, $M_{maks} = M_B$; $x = l$	$Q = -\frac{M_A - M_B}{l}$	$f = \frac{l^2}{6EI}\left[M_A\left(\frac{(l-x)}{l} - \frac{(l-x)^3}{l^3}\right) + M_B\left(\frac{x}{l} - \frac{x^3}{l^3}\right)\right]$

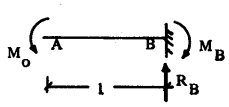
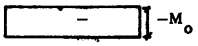
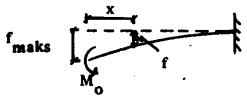
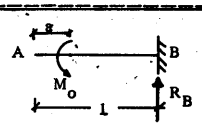
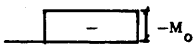
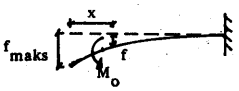
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = -M_o/l$ $R_B = +M_o/l$	$a > x > 0$, $M = -\frac{M_o}{l}\,x$ $l > x > a$, $M = (M_o/l)(l-x)$ $M^-_{maks} = (-a/l)M_o$ $M^+_{maks} = (b/l)M_o$	$Q = -M_o/l$	$a > x > 0$, $f = -\frac{M_o a^3}{6EIl}\left(\frac{x}{a} - \frac{x^3}{a^3}\right)$ $l > x > a$, $f = \frac{M_o b^3}{6EIl}\left[\frac{b-(x-a)}{b} - \frac{(b-(x-a))^3}{b^3}\right]$ $f_{maks} = \frac{M_o b^3}{9\sqrt{3}\,EIl}$; $x = a + 0{,}423b$
			
$R_A = R_B = wl/2$	$a > x > 0$, $M = -\frac{wx^2}{2}$ $(a+b) > x > a$, $M = (w/2)[x(l-x) - la]$ $M_A = \frac{1}{2}wa^2$ $M_{maks} = [(w/8)(b^2 - 4a^2)]$ $x = \frac{1}{2}l$	$a > x > 0$, $Q = -wx$ $(a+b) > x > a$ $Q = w(\frac{1}{2}l - x)$	$a > x > 0$, $f = \frac{wl^4}{24EI}\left[\left(\frac{6a^2}{l^3} - \frac{6a}{l^2} + \frac{1}{l}\right)x + \frac{x^4}{l^4} - \frac{a^4}{l^4} - \frac{6a^3}{l^3} + \frac{6a^2}{l^2} - \frac{a}{l}\right]$ lihat halaman berikutnya.....

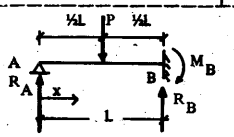
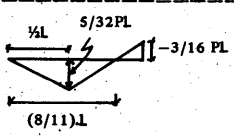
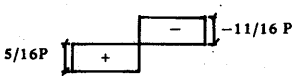
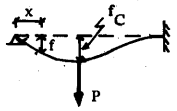
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			$(a+b)>x>0$, $f_{maks}=\frac{wl^4}{24EI}[(1-\frac{6a}{l})\frac{x}{l}+\frac{6ax^2}{l^3}-\frac{2x^3}{l^3}+\frac{x^4}{l^4}-\frac{a^4}{l^4}-\frac{4a^3}{l^3}+\frac{6a^2}{l^2}-\frac{a}{l}]$ $f_o=\frac{wa}{24EI}(3a^3+6a^2b-b^3)$ $f_c=\frac{wb^2}{384EI}(5b^2-24a^2)$
			
$R_A=\frac{l-a}{l}P_1-\frac{b}{l}P_2$ $R_B=\frac{a}{l}P_1+\frac{l+b}{l}P_2$	$a>x>0$, $M=\frac{(l-a)}{l}xP_1-\frac{bx}{l}P_2$ $l>x>a$, $M=\frac{a(l-x)}{l}P_1-\frac{bx}{l}P_2$ $(l+b)>x>l$, $M=-P_2[(l+b)-x]$ $x>(l+b)$; $M=0$	$a>x>0$, $Q=R_A$ $l>x>a$, $Q=R_A-P_1$ $(l+b)>x>l$, $Q=P_2$ $x>(l+b)$ $Q=0$	------

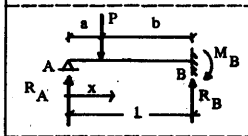
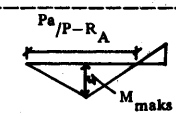
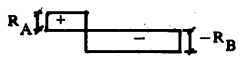
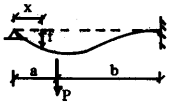
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A=\frac{(l^2-c^2)}{2l}w$ $R_B=\frac{(l+c)^2}{2l}w$	$l>x>0$, $M=\frac{wx}{2l}(l^2-c^2-lx)$ $(l+c)>x>l$, $M=-\frac{w(l+c-x)^2}{2}$ $M_{maks}=\frac{(l^2-c^2)^2}{8.l^2}w$ $x=\frac{l^2-c^2}{2l}$	$l>x>0$, $Q=R_A-wx$ $(l+c)>x>l$, $Q=w(l+c-x)$	------
			
$R_B=P$	$M=-Px$ $M_{maks}=-Pl$, $x=l$	$Q=-P$	$f=\frac{Pl^3}{6EI}(2-3\frac{x}{l}+\frac{x^3}{l^3})$ $f_{maks}=\frac{Pl^3}{3EI}$, $x=0$

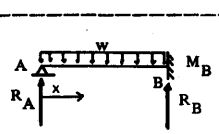
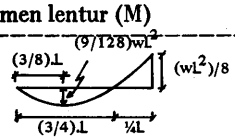
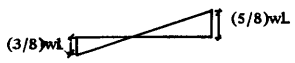
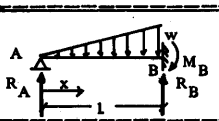
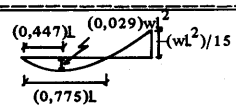
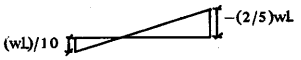
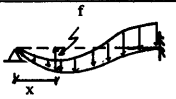
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_B = P$	$a > x > 0$, $M = 0$ $l > x > a$, $M = -P(x-a)$ $M_{maks} = -P(l-a) = -Pb$, $x = l$	$a > x > 0$, $Q = 0$ $l > x > a$, $Q = -P$	$a > x > 0$, $f = \frac{P}{6EI}(-b^3+3b^3l-3b^2x)$ $l > x > a$, $f = \frac{P}{6EI}[(x-a)^3-3b^2(x-a)+2b^3]$ $f_{maks} = \frac{P}{6EI}(-b^3+3b^2l)$, $x = 0$
			
$R_B = wl$	$M = -\frac{wx^2}{2}$ $M_{maks} = -\frac{wl^2}{2}$ $x = l$	$Q = -wx$ $Q_{maks} = -wl$	$f = \frac{wl^4}{24EI}(3-4\frac{x}{l}+\frac{x^4}{l^4})$ $f_{maks} = \frac{wl^4}{8EI}$

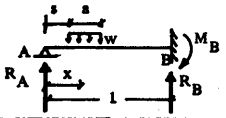
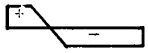
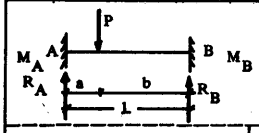
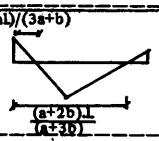
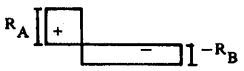
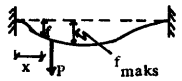
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R = \frac{1}{2}l(2w_1+w_2)$	$M = -\frac{x^2}{6}(3w_1+\frac{x}{l}w_2)$ $M_{maks} = -\frac{l^2}{6}(3w_1+w_2)$, $x = l$	$Q = -\frac{x}{2}(2w_1+\frac{x}{l}w_2)$ $Q_{maks} = -\frac{1}{2}l(2w_1+w_2)$	$f = \frac{l^4}{120EI}[5w_1(3-4\frac{x}{l}+\frac{x^4}{l^4})+w_2(4-5\frac{x}{l}+\frac{x^5}{l^5})]$ $f_{maks} = \frac{l^4}{120EI}(15w_1+4w_2)$, $x = 0$
			
$R_A = wa$	$s > x > 0$, $M = 0$ $(s+a) > x > s$, $M = -\frac{w(x-s)^2}{2}$ $l > x > (s+a)$, $M = -wa(x-s-\frac{a}{2})$ $M_{maks} = -wa(l-s-a/2) = M_B$, $x = l$	$s > x > 0$, $Q = 0$ $(s+a) > x > s$, $Q = -w(x-s)$ $l > x > (s+a)$, $Q = -wa$	

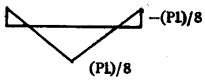
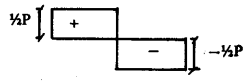
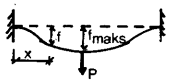
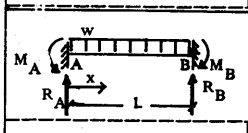
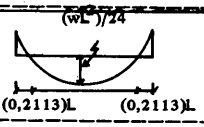
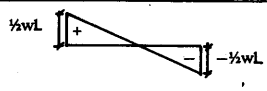
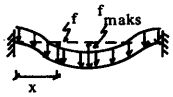
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_B = 0$	$M = M_{maks} = -M_o$ $M_B = -M_o$	$Q = 0$	$f = \frac{M_o l^2}{2EI}(1 - 2\frac{x}{l} + \frac{x^2}{l^2})$ $f_{maks} = \frac{M_o l^2}{2EI}$, $x = 0$
			
$R_B = 0$	$a > x > 0$ $M = 0$ $l > x > a$, $M = M_{maks} = -M_o$ $M_B = -M_o$	$Q = 0$	$a > x > 0$, $f = \frac{M_o}{2EI}(l-a)(l+a-2x)$ $l > x > a$, $f = \frac{M_o(l-a)^2}{2EI}[1 - 2\frac{(x-a)}{(l-a)} + \frac{(x-a)^2}{(l-a)^2}]$ $f_{maks} = \frac{M_o}{2EI}(l^2 - a^2)$; $x = 0$

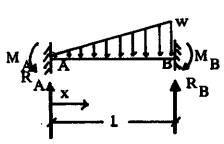
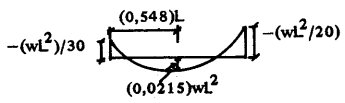
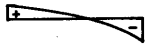
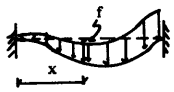
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = (5/16)P$. $R_B = (11/16)P$	$½l > x > 0$, $M = (5/16)Px$ $l > x > ½l$, $M = P[½l - (11/6)x]$ $M^+_{maks} = (5/32)PL$, $x = ½l$ $M^-_{maks} = -(3/16)PL$, $x = l$	$½l > x > 0$, $Q = (5/16)P$ $l > x > ½l$, $Q = (11/16)P$	$½l > x > 0$, $f = \frac{Pl^3}{96EI}(3\frac{x}{l} - 5\frac{x^3}{l^3})$ $l > x > ½l$, $f = \frac{Pl^3}{96EI}[3\frac{x}{l} + 16(\frac{x}{l} - ½)^3 - 5\frac{x^3}{l^3}]$ $f_C = \frac{7Pl^3}{768EI}$, $x = ½l$ $f_{maks} = [(1/\sqrt{5})(\frac{Pl^3}{48EI})]$, $x = (l/\sqrt{5}) = 0{,}447(l)$

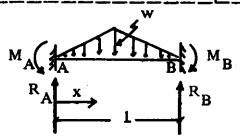
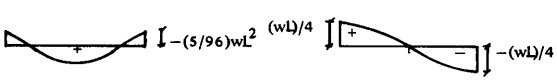
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = \frac{Pb^2}{2l^3}(2l+a)$ $R_B = P - R_A$	$a>x>0$ $M_x = R_A x$ $l>x>a$, $M_x = R_A x - P(x-a)$ $M^+_{maks} = \frac{Pab^2}{2l^3}(2l+a)$, $x = a$ $M^-_{maks} = M_B = -\frac{Pab}{2l^2}(l+a)$	$a>x>0$ $Q = R_A$ $l>x>a$ $Q = R_A - P$	$a>x>0$, $f = (1/6EI)[(3l^2-x^2)xR_A - 3Pb^2x]$ $l>x>a$, $f = (1/6EI)[(3l^2-x^2)xR_A + ((x-a)^3-3b^2x).P]$ $f_{maks} = 0{,}0098\frac{Pl^3}{EI}$, $x = a = 0{,}414(l)$

	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = (3/8)wl$ $R_B = (5/8)wl$	$M = \frac{wl^2}{8}(3\frac{x}{l} - 4\frac{x^2}{l^2})$ $M^+_{maks} = (9/128)wl^2$, $x = (3/8).l$ $M^-_{maks} = -\frac{wl^2}{8}$, $x = l$	$Q = \frac{wl}{8}(3-8\frac{x}{l})$ $Q_{maks} = -(5/8)wl$, $x = l$	$f = \frac{wl^4}{48EI}(\frac{x}{l} - 3\frac{x^3}{l^3} + 2\frac{x^4}{l^4})$ $f_{maks} = \frac{wl^4}{185EI} = 0{,}0054\frac{wl^4}{EI}$, $x = 0{,}4215(l)$
			
$R_A = \frac{wl}{10}$ $R_B = (2/5)wl$	$M = \frac{wl^2}{30}(3\frac{x}{l} - 5\frac{x^3}{l^3})$ $M^+_{maks} = \frac{wl^2}{15\sqrt{5}} = 0{,}0298wl^2$, $x = l/\sqrt{5} = 0{,}447l$ $M^-_{maks} = M_B = -\frac{wl^2}{15}$, $x = l$	$Q = \frac{wl}{2}(\frac{1}{5} - \frac{x^2}{l^2})$ $Q_{maks} = (2/5)\,wl$	$f = \frac{wl^4}{120EI}(\frac{x}{l} - 2\frac{x^3}{l^3} + \frac{x^5}{l^5})$ $f_{maks} = \frac{2}{375\sqrt{5}}(\frac{wl^4}{EI}) = \frac{wl^4}{419{,}3EI}$, $x = (1/\sqrt{5}) = 0{,}447.(l)$

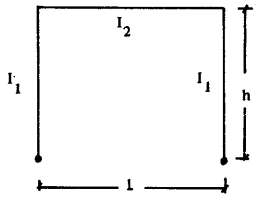
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = R_{oA} + \frac{M_B}{L}$ $R_B = R_{oB} - \frac{M_B}{L}$	$M = -\frac{wa(s+\frac{1}{2}a)}{8L^2}[8L(L-s-\frac{a}{2}) - 4(L-s-\frac{1}{2}a)^2 - a^2]$ $M = M_o + M_B(\frac{x}{L})$	$Q = Q_o + M_B/L$	R_o, M_o, Q_o, didapat dengan anggapan batang AB diatas dua perletakan sendi.
			
$R_A = \frac{Pb^2}{L^3}(3a+b)$ $R_B = \frac{Pa^2}{L^3}(3b+a)$	$M_A = -P\frac{ab^2}{L^2}$ $M_B = -P\frac{a^2b}{L^2}$ $M^+_{maks} = 2P\frac{a^2b^2}{L^3}$, $x = a$ $M = M_o + M_A$	$a>x>0$, $Q = R_A$ $L>x>a$, $Q = -R_B$	$a>x>0$, $f = \frac{Pb^2x^2}{6EIL^3}[3aL-(3a+b)x]$ $L>x>a$. $f = \frac{Pa^2(L-x)^2}{6EIL^3}[3bL-(3b+a).(L-x)]$ $a<b$ $f_{maks} = \frac{2Pa^2b^3}{3EI(3b+a)^2}$, $x = L^2/(3b+a)$

	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = R_B = P/2$	$M_A = M_B = -(P.L)/8$ $M = -\frac{PL}{2} + \frac{P.x}{2}$	$\frac{1}{2}L>x>0$, $Q = P/2$ $L>x>\frac{1}{2}L$, $Q = -P/2$	$f = \frac{PL^3}{16EI}(\frac{x^2}{L^2} - \frac{4}{3}\frac{x^3}{L^3})$ $f_{maks} = \frac{PL^3}{192EI}$
			
$R_A = R_B = (wL)/2$	$M = -\frac{wL^2}{2}(\frac{1}{6} - \frac{x}{L} + \frac{x^2}{L^2})$ $M^+_{maks} = (wL^2)/24$ $M_A = M_B = -(wL^2)/12$	$Q = \frac{wL}{2} - wx$	$f = \frac{wL^4}{24EI}(\frac{x^2}{L^2} - 2\frac{x^3}{L^3} + \frac{x^4}{L^4})$ $f_{maks} = \frac{wL^4}{384EI}$; $x = \frac{1}{2}L$

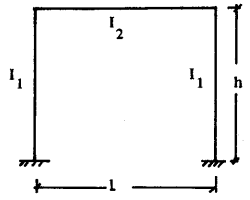
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = (3/20)\ wl$ $R_B = (7/20)\ wl$	$M = -\frac{wl^2}{60}\left(2 - 9\frac{x}{l} + 10\frac{x^3}{l^3}\right)$ $M^+_{maks} = \frac{wl^2}{46,6}$ $= 0,0215\ wl^2,$ $x = 0,548\ (l)$ $M_A = -\frac{wl^2}{30}\ ;\ M_B = -\frac{wl^2}{20}$ $M_x = R_A x + M_A - \frac{w(x-a)^3}{6b}$ M_{maks}, bila : $x = a + \frac{b^2}{l}\sqrt{\frac{3.l + 2.a}{10.l}}$	$Q = \frac{wl}{2}\left(\frac{3}{10} - \frac{x^2}{l^2}\right)$	$f = \frac{wl^4}{120EI}\left(2\frac{x^2}{l^2} - 3\frac{x^3}{l^3} + \frac{x^5}{l^5}\right)$ $f_{maks} = \frac{wl^4}{768EI}$ $x = 0,525(l)$

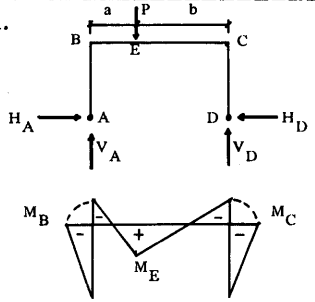
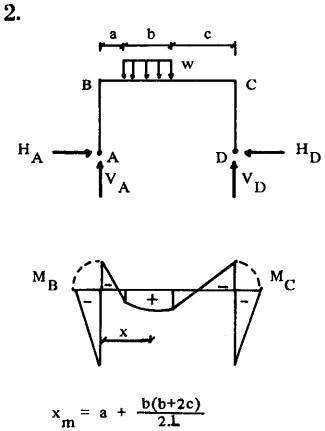
	Momen lentur (M)	Gaya lintang (Q)	Lenturan (f)
			
$R_A = R_B = (wl)/4$	$M = \frac{wl^2}{96}\left(-5 + 24\frac{x}{l} - 32\frac{x^3}{l^3}\right)$ $M^+_{maks} = (wl^2)/32\ ,$ $x = \frac{1}{2}l$ $M_A = M_B = -(5/96)\ wl^2$	$\frac{1}{2}l > x > 0\ ,$ $Q = (wl/4)\left(1 - 4\frac{x^2}{l^2}\right)$ $l > x > \frac{1}{2}l$ $Q = (wl/4)\left(3 - 8\frac{x}{l} + 4\frac{x^2}{l^2}\right)$	$f = \frac{wl^4}{12EI}\left(\frac{5}{16}\frac{x^2}{l^2} - \frac{x^3}{2.l^3} + \frac{x^5}{2.l^5}\right)$ $f_{maks} = \frac{7\ wl^4}{3840EI}$

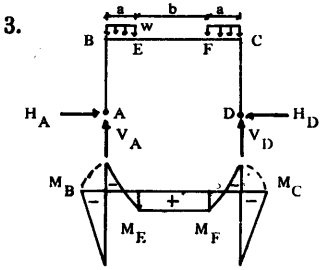
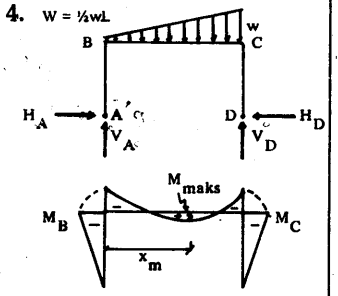
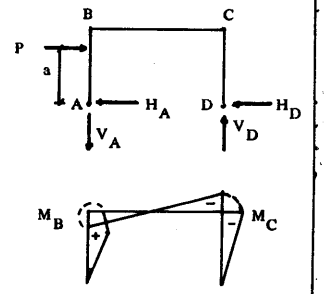
REAKSI PERLETAKAN, MOMEN PADA KONSTRUKSI PORTAL

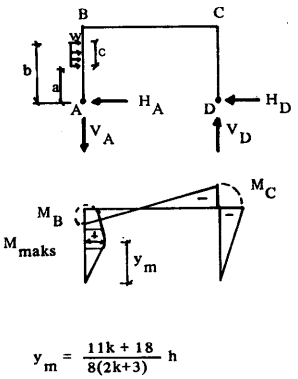
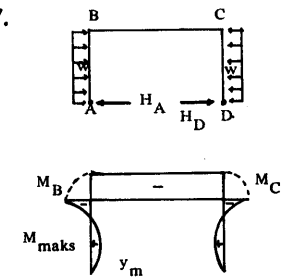
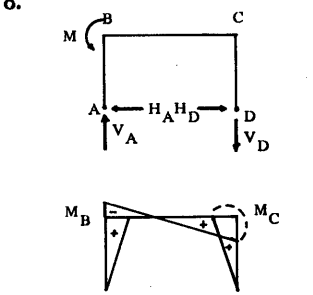


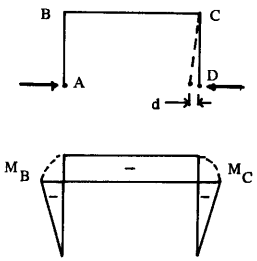
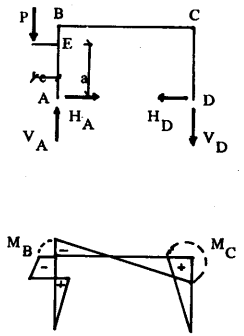
$$k = \frac{I_2}{I_1}\left(\frac{h}{l}\right)$$

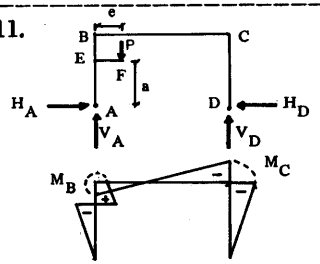
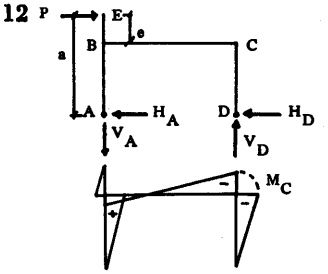
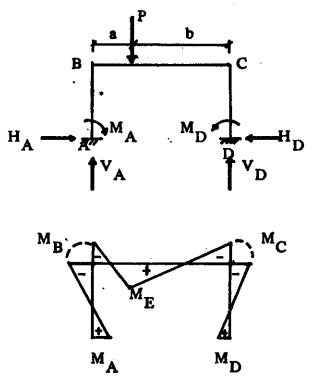


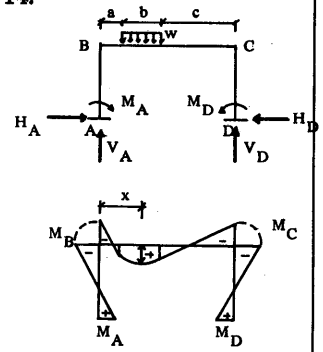
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
1. 	$H_A = H_D = \frac{3Pab}{2hl(2k+3)}$ $V_A = Pb/l \quad ; \quad V_D = Pa/l$ $M_B = M_C = -H_A.h$ $M_E = \frac{ab(4k+3)}{2l(2k+3)} P$ Bila : $a = b$, $H_A = H_D = \frac{3Pl}{8h(2k+3)}$ $V_A = V_D = \frac{1}{2}P \quad ; \quad M_B = M_C = -H_A.h$
2.  $x_m = a + \frac{b(b+2c)}{2.l}$	$H_A = H_D = \frac{[6ac+b(3l-2b)]\,wb}{4hl(2k+3)}$ $V_A = \frac{(2c+b)wb}{2.l} \quad ; \quad V_D = \frac{(2a+b)wb}{2.l}$ $M_B = M_C = -H_A.h$ $M_{maks} = \frac{[(2k+3)(b+2c)(4al+b^2+2bc)]}{8.l^2(2k+3)} wb - \frac{(12acl+6bl^2-4b^2l)}{8.l^2(2k+3)} wb$ bila : $b = l$; $H_A = H_D = \frac{w.l^2}{4h(2k+3)}$ $V_A = V_D = wl/2$

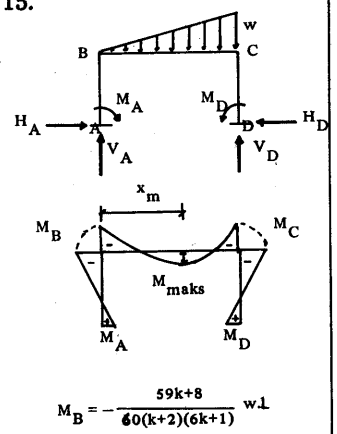
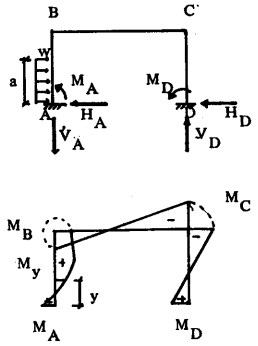
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
	$M_B = M_C = -H_A.h$ $M_{maks} = \frac{(2k+1)}{8(2k+3)} wl^2$
3. 	$H_A = H_D = \frac{wl}{4h(2k+3)}$; $V_A = V_D = wa$ $M_B = M_C = \frac{(2l+b)}{2l(2k+3)} wa^2$ $M_E = M_F = \frac{(a+kl)}{l(2k+3)} wa^2$
4. W = ½wL 	$H_A = H_D = \frac{W.l}{4h(2k+3)}$; $V_A = (1/3)\,W$ $V_D = (2/3)\,W$ $M_B = M_C = \frac{W.l}{4(2k+3)}$ $M_{maks} = \frac{8\sqrt{3}(2k+3) - 27}{108(2k+3)} W.l$, $x_m = \frac{l}{\sqrt{3}}$
5. 	$H_A = P - H_D$ $H_D = \frac{Pa}{2} \cdot \frac{3h^2+k(3h^2-a^2)}{h^3(2k+3)}$; $V_A = V_D = \frac{Pa}{l}$ $M_B = Pa - H_D.h$; $M_C = -H_D.h$ bila ; $a = h$; $H_A = H_D = P/2$ $V_A = V_D = Ph/l$ $M_B = \frac{1}{2}P.l$; $M_C = -\frac{1}{2}P.h$

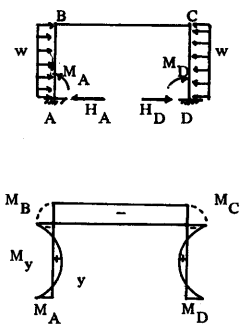
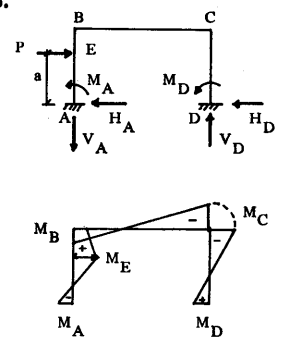
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
6. 	$H_D = \frac{[6h^2(k+1)(b^2-a^2)-k(b^4-a^4)]w}{8h^3(2k+3)}$ $H_A = wc - H_D$; $V_A = V_D = \frac{(b^2-a^2)w}{2L}$ $M_B = V_D.L - H_D.h$; $M_C = -H_D.h$ Bila ; $c = h$; $H_D = \frac{(5k+6)wh}{8(2k+3)}$ $H_A = wh - H_D$ $V_A = V_D = (wh^2)/(2L)$ $M_B = V_D.L - H_D.h$; $M_C = -H_D.h$ $M_{maks} = \frac{(11k+18)^2}{128(2k+3)^2} . wh^2$
7. 	$H_A = H_D = \frac{3(k+2)}{4(2k+3)}.wh$; $V_A = V_D = 0$ $M_B = M_C = -\frac{k}{4(2k+3)}.wh^2$ $M_{maks} = \frac{9(k+2)^2}{32(2k+3)^2} . wh^2$ $y_m = \frac{3(k+2)}{4(2k+3)} h$
8. 	$H_A = H_D = H = \frac{3M}{2(2k+3)h}$ $V_A = V_D = M/L$ $M_{BA} = M_C = Hh$ $M_{BC} = M_{BA} - M$

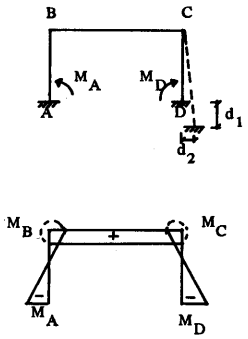
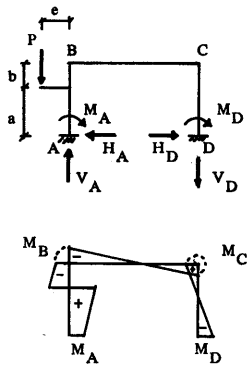
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
9. 	$H_A = H_D = \frac{3EI_2d}{(2k+3)h^2L}$ $M_C = M_B = -\frac{3EI_2d}{(2k+3)lh}$ $V_A = V_D = 0$
10. 	$H_A = H_D = \frac{3[(h^2-a^2)k+h^2]}{2(2k+3)h^3} Pe$ $V_A = \frac{l+e}{L} P$; $V_D = \frac{e}{L} P$ $M_B = -\frac{(h^2+3a^2)k+3h^2}{2(2k+3)h^2} Pe$ $M_C = \frac{3[(h^2-a^2)k+h^2]}{2(2k+3)h^2} Pe$ $M_{EF} = -Pe$ $M_{EB} = -\frac{[2h^3(2k+3)-3((h^2-a^2)k+h^2)a]}{2(2k+3)h^3} Pe$ $M_{EA} = \frac{2[(h^2-a^2)k+h^2]}{2(2k+3)h^3} Pea$ bila ; $a = h$, $H_A = H_D = \frac{3Pe}{2h(2k+3)}$ $V_A = \frac{l+e}{L} P$ $V_D = \frac{e}{L} P$ $M_B = M_C = H_D . h$

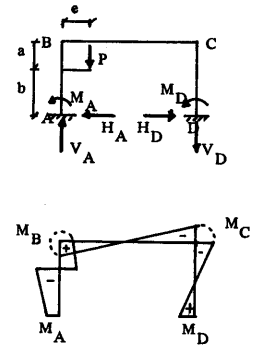
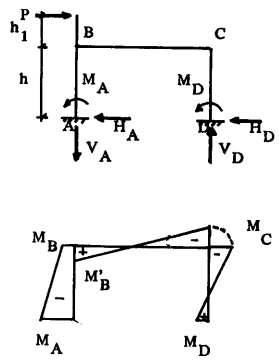
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
11. 	$H_A = H_D = H = 3Pe\,\frac{k(h^2-a^2)+h^2}{2h^3(2k+3)}$ $V_A = \frac{P(l-e)}{l}$; $V_D = \frac{Pe}{l}$ $M_{BE} = Pe - Hh = M_{BC}$; $M_{EA} = -H_A.a$ $M_{CB} = -Hh = M_{CD}$; $M_{EB} = -H_A.a+Pe$
12 	$H_A = \frac{P(2kh+3a)}{2h(2k+3)}$; $H_D = P - H_A$ $V_A = V_D = (Pa)/l$; $M_{BA} = H_A . h$ $M_{BC} = M_{BA} + Pe = H_A . h + Pe$ $M_{CB} = M_{CD} = -(P-H_A)h$; $M_{BE} = -Pe$
13. 	$H_A = H_D = \frac{3Pab}{2hl(k+2)}$ $V_A = \frac{Pb}{l} + \frac{Pab(l-2a)}{(6k+1)l^3}$; $V_D = P - V_A$ $M_A = \frac{(5k-1)l+2a(k+2)}{2(k+2)(6k+1).l^2}\,Pab$ $M_B = +M_A - H_A.h$ $M_D = \frac{(7k+3)l-2a(k+2)}{2(k+2)(6k+1).l^2}\,Pab$ $M_C = +M_D - H_D.h$ $M_E = \frac{(13k+4)l-2a(k+2)}{2(k+2)(6k+1).l^2}\,Pab + \frac{Pab}{l} + \frac{Pa^2b(l-2a)}{(6k+1).l^3}$ bila ; a = b $H_A = H_D = \frac{3Pl}{8h(k+2)}$ $V_A = V_D = \frac{1}{2}P$; $M_A = M_D = H_A.h/3$ $M_B = M_C = -H_A.\frac{2h}{3}$; $M_{maks} = \frac{1}{4}Pl(\frac{k+1}{k+2})$

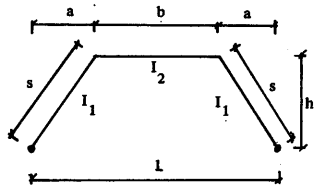
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
14. 	$H_A = H_D = \frac{wb}{4hl(k+2)}(6ac+3bl-2b^2)$ $V_D = wb - V_A$ $V_A = \frac{wb}{(6k+1)l^3}[3abc+c^2(3l-2c)+b^2(l+c-\frac{1}{2}b) + 3l^2(2c+b)k]$ $M_A = \frac{w}{4l^2(k+2)(6k+1)}[6acbl+4a^2b^2-8abc^2+ \frac{10}{3}b^3l-b^2l^2-2b^4 + (14acbl+2a^2b^2-4abc^2-4abc^2-2b^3l+ 5b^2l^2-b^4)k]$ $M_D = \frac{w}{4l^2(k+2)(6k+1)}[6abcl+4b^2c^2-8a^2bc + \frac{10}{3}b^3l-b^2l^2-2b^4 + (14abcl+2b^2c^2-4a^2bc-2b^3l+5b^2l^2- b^4).k]$ $M_B = +M_A - H_A.h$; $M_C = +M_D - H_D.h$ $M_x = M_A - H_A.h + V_A.x - \frac{w(x-a)^2}{2}$, $a \le x \le (a+b)$ bila : b = l, $H_A = H_D = \frac{wl^2}{4(k+2)h}$ $V_A = V_D = \frac{1}{2}wl$ $M_A = M_D = \frac{wl^2}{12(k+2)}$ $M_B = M_C = -2M_A$ $M_{maks} = \frac{wl^2}{8} + M_B = \frac{(3k+2)}{24(k+2)}wl^2$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
15. 	$H_A = H_D - \frac{wL}{4(k+2)h}$ $V_A = \frac{20k+3}{10(6k+1)}.w \;;\; V_D = \frac{40k+7}{10(6k+1)}.w$ $M_A = \frac{31k+7}{60(k+2)(6k+1)}.wL$ $M_D = \frac{29k+3}{60(k+2)(6k+1)}.wL$ $M_C = \frac{61k+12}{60(k+2)(6k+1)}.wL$ $M_{maks} = -\frac{59k+8}{60(k+2)(6k+1)}.wL - \frac{wx_m^3}{3L^2} + \frac{20k+3}{10(6k+1)}.wx_m$ $x_m = L\sqrt{\frac{2k+0,3}{6k+1}}$
16.  $s = a/h$	$H_D = \frac{was^2}{8}.\frac{4(k+1)-s(2k+1)}{(k+2)}$ $H_A = wa - H_D \;;\; V_A = V_D - \frac{wa^2sk}{L(6k+1)}$ $M_A = -\frac{wa^2s}{24}\left[\frac{12}{s} - \frac{4(2k+3)-3s(k+1)}{k+2} - \frac{12k}{6k+1}\right]$ $M_D = \frac{wa^2s}{24}\left[\frac{4(2k+3)-3s(k+1)}{k+2} - \frac{12k}{6k+1}\right]$ $-M_B = M_A + H_D.h - \frac{wa^2}{2}$ $M_C = +M_D - H_D.h$ bila ; a=b, $H_D = \frac{wh}{8}.\frac{(2k+3)}{(k+2)}$ $H_A = wh - H_D \;;\; V_A = V_D = \frac{wh^2k}{L(6k+1)}$ $M_A = -(w/4)h^2\left[2 - \frac{5k+9}{6(k+2)} - \frac{2k}{6k+1}\right]$

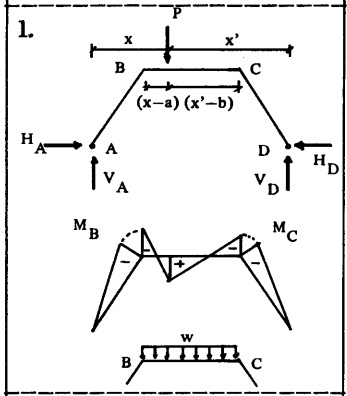
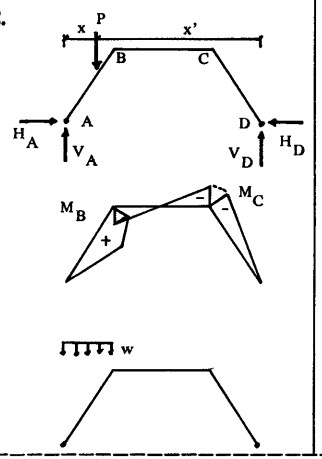
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
	$M_D = (w/4)h^2.\left[\frac{5k+9}{6(k+2)} - \frac{2k}{6k+1}\right]$ $M_B = (w/4)h^2.\left[\frac{2k}{6k+1} - \frac{k}{6(k+2)}\right]$ $M_C = -(w/4).h^2.\left[\frac{k}{6(k+2)} - \frac{2k}{6k+1}\right]$ $M_y = -\frac{(30k^2+73k+15)}{24(k+2)(6k+1)}.wh^2 - \frac{wy^2}{2} + \frac{6k+13}{8(k+2)}.why$
17. 	$H_A = H_D = \frac{(2k+5)}{4(k+2)}\,wh$ $V_A = V_D = 0$ $M_A = M_D = -\frac{k+3}{12(k+2)}wh^2$ $M_B = M_C = -\frac{k}{12(k+2)}wh^2$ $M_y = -\frac{k+3}{12(k+2)}.wh^2 + \frac{2k+5}{4(k+2)}why - \frac{wy^2}{2}$
18. 	$H_D = \frac{a^2[3h(k+1)-a(2k+1)]}{2(k+2).h^3}P$ $H_A = P - H_D \;;\; V_A = V_D = \frac{3a^2k}{hL(6k+1)}P$ $M_A = -Pa + \frac{[(15k^2+26k+3)h - a(k+1)(6k+1)]}{2h^2(k+2)(6k+1)}.Pa^2$ $M_D = \frac{[(9k^2+14k+3)h - a(k+1)6k+1)]}{2h^2(k+2)(6k+1)}.Pa^2$ $-M_B = -M_A - H_A.h + P(h-a) \;;\; M_C = +M_D - H_D.h$ bila a = h, $H_A = H_D = \frac{1}{2}P$ $V_A = V_D = \frac{3Phk}{L(6k+1)} \;;\; M_A = -\frac{1}{2}Ph.\frac{1+3k}{1+6k}$ $M_D = \frac{(3k+1)}{2(6k+1)}Ph \;;\; M_B = \frac{3k}{2(6k+1)}Ph$

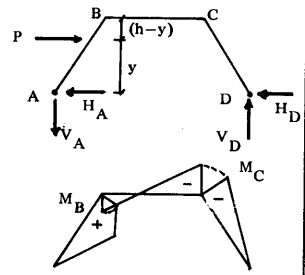
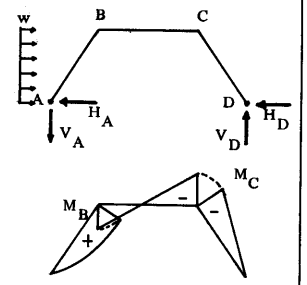
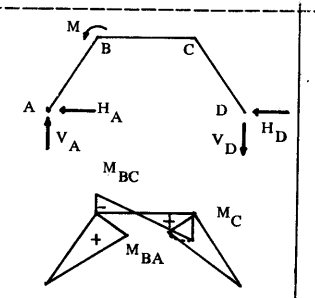
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
	$M_C = -M_B$; $M_E = M_A + H_A \cdot a$
19. 	Perletakan D turun sebesar d_1 $M_D = \frac{6EI_2 d_1}{(6k+1).L^2}$ $M_C = M_D$; $M_A = -M_D = M_B$ Perletakan D bergeser kekanan sebesar d_2 $M_D = -\frac{3EI_2(k+1)d_2}{hlk(k+2)}$ $M_C = \frac{3EI_2 d_2}{hl(k+2)}$; $M_D = M_A$; $M_C = M_B$
20. 	$H_A = -\frac{3a(h+b+2bk)}{2(k+1)h^2}Pe = H_D$ $V_D = \frac{6ak}{(6k+1)hL}.Pe$; $V_A = P + V_D$ $M_A = -Pe[\frac{(12k^2+31k+3)h+3(k+1)(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2}$ $. a-1]$ $M_B = -Pe[\frac{(12k+13)h-3(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2} ak]$ $M_C = Pe [\frac{11h+3(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2}. ak]$ $M_D = -Pe[\frac{(7k+3)h+3(k+1)(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)}. a]$ Bila $a = h$, $H_A = H_D = \frac{3}{2(k+2)h}.Pe$ $V_D = \frac{6k}{(6k+1)L}.Pe = V_A - P$ $M_A = -\frac{(5k-1)}{2(k+2)(6k+1)}.Pe$ $M_D = -\frac{(7k+3)}{2(k+2)(6k+1)}.Pe$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
21 	$H_D = \frac{3a(h+b+2bk)}{2(k+2)h^2} Pe = H_A$ $V_D = \frac{6ak}{(6k+1)hL}Pe$; $V_A = P - V_D$ $M_A = Pe[\frac{(12k^2+31k+3)h+3(k+1)(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2}a-1]$ $M_B = Pe[\frac{(12k+13)h-3(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2}. ak]$ $M_C = -Pe[\frac{11h+3(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2}. ak]$ $M_D = Pe [\frac{(7k+3)h+3(k+1)(6k+1)b}{2(k+2)(6k+1)h^2}. a]$
22 	$H_A = \frac{M_B' - M_A}{h}$; $H_D = \frac{M_D - M_C}{h}$ $V_A = V_D = \frac{P(h+h_1)}{L} + \frac{M_A - M_D}{L}$ $M_A = \frac{1}{2}P[\frac{h_1(1-5k)+h(3k^2+7k+2)}{(k+2)(6k+1)}]$ $M_B = M_B' - P.h_1$ $M_B' = +\frac{1}{2}Pk [\frac{h_1(12k+13)+3h(k+2)}{(k+2)(6k+1)}]$ $M_C = -\frac{1}{2}Pk [\frac{11h_1+3h(k+2)}{(k+2)(6k+1)}]$ $M_D = +\frac{1}{2}P [\frac{h_1(7k+3)+h(3k^2+7k+2)}{(k+2)(6k+1)}]$



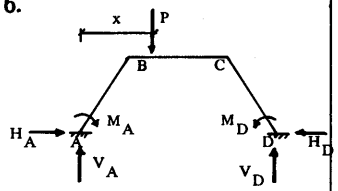
$$k = \frac{I_2}{I_1}\left(\frac{s}{b}\right)$$

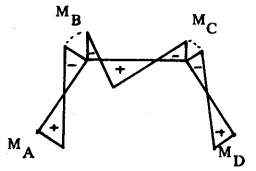
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
1. 	$H_A = H_D = \frac{Pa}{2h} + P(x-a)(x'-a)\frac{2b-2a+x+x'}{2b^2h(3+2k)}$ $V_A = \frac{Px'}{L}$; $V_D = \frac{Px}{L}$ $M_B = V_A.a - H_A.h$; $M_C = V_D.a - H_D.h$ Bila beban terbagi rata di –BC, $H_A = H_D = \frac{wb^2}{2h}\left[(a/b) + \frac{1}{2(3+2k)}\right]$ $V_A = V_D = \frac{1}{2}wb$; $M_B = M_C = -\frac{wb^2}{4(3+2k)}$
2. 	$H_A = H_D = \frac{Px}{2h} - \frac{k.H_{BA}}{mh}$; $m = 2k+3$ $H_{BA} = -\frac{Px(a^2-x^2)}{2a^2}$; $V_A = \frac{Px'}{L}$; $V_D = \frac{Px}{L}$ $M_B = \frac{Pbx}{2L} + \frac{k.H_{BA}}{m}$; $M_C = -\frac{Pbx}{2L} + \frac{k.H_{BA}}{m}$ Bila beban merata di –AB, $H_A = H_D = \frac{wa^2}{4h}\left(1 + \frac{k}{2m}\right)$; $V_A = \frac{wa(2L-a)}{2L}$ $V_D = \frac{wa^2}{2L}$ $M_B = \frac{1}{4}wa^2\left(\frac{b}{L} - \frac{k}{2m}\right)$ $M_C = \frac{1}{4}wa^2\left(-\frac{b}{L} - \frac{k}{2m}\right)$

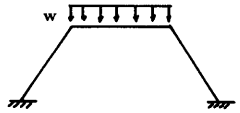
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
3. 	$H_{BA} = -\frac{Py(h^2-y^2)}{2h^2}$; $H_D = \frac{Py}{2h} - \frac{k.H_{BA}}{mh}$ $H_A = P - H_D$; $V_A = V_D = \frac{Py}{L}$ $M_B = +\frac{Pyb}{2L} + \frac{k.H_{BA}}{m}$ $M_C = -\frac{Pyb}{2L} + \frac{k.H_{BA}}{m}$; $m = 3+2k$ Bila ; $y = h$ $H_D = \frac{1}{2}P$; $H_A = P - H_D$ $V_A = V_D = (Ph/l)$; $M_B = -M_C = \frac{Pbh}{2L}$
4. 	$H_A = wh - H_D$ $H_D = \frac{1}{4}wh\,(1+k/2m)$ $V_A = V_D = V = \frac{wh^2}{2L}$ $M_B = \frac{1}{4}wh^2\left(\frac{b}{L} - \frac{k}{2m}\right)$ $M_C = \frac{1}{4}wh^2\left(-\frac{b}{L} - \frac{k}{2m}\right)$ $m = 3 + 2k$
5. 	$H_A = H_D = H = \frac{3M}{2mh}$ $V_A = V_D = V = M/L$ $M_{BA} = Hh + Va$ $M_{BC} = M_{BA} - M$ $M_C = Hh - Va$ $m = 3 + 2k$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan muatan

6.







$$\left.\begin{matrix} M_A \\ M_D \end{matrix}\right\} = X_1 \mp X_3$$

$$\left.\begin{matrix} M_B \\ M_C \end{matrix}\right\} = -2X_1 \pm \frac{\alpha P(l-2x)}{2} - \beta X_3$$

$$X_1 = \frac{L+K}{6(k+2)}$$

$$X_3 = \frac{\alpha P(l-2x)K_2 + \beta(L-K)}{2[2(1+\beta+\beta^2)k+\beta^2]}$$

$$L+K = \frac{3P}{b}(x-a)(a+b-x) \; ; \quad \alpha = \frac{a}{l}$$

$$L-K = P(l-2x)\frac{x-a}{b^2}(a+b-x) \; ; \quad \beta = \frac{b}{l}$$

$$\left.\begin{matrix} V_A \\ V_D \end{matrix}\right\} = \tfrac{1}{2}P \pm \left[\frac{P(l-2x)}{2l} + \frac{2X_3}{l}\right]$$

$$K_2 = k(1+\beta) + \beta(1+k)$$

Bila P diganti beban merata,

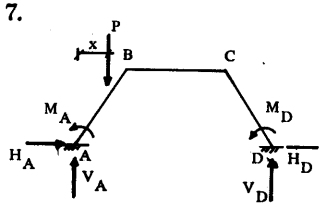
$$M_A = M_D = \frac{wb^2}{12(k+2)} = -\tfrac{1}{2}M_B = -\tfrac{1}{2}M_C$$

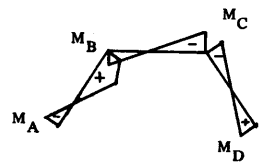
$$H_A = H_D = \frac{wab}{2h} + \frac{M_A - M_B}{h}$$

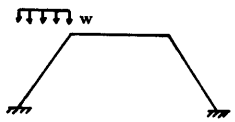
$$V_A = V_D = wb/2$$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen

7.







$\beta_1 = (a-x)/a$

$$X_1 = \frac{LK_1 - Kk}{6(k+2)} \; ; \quad X_2 = \frac{(2K-L)k}{6(k+2)}$$

$\beta = b/L$

$$X_3 = \frac{\beta P x K_2 + (L+\beta K)k}{2[2(1+\beta+\beta^2)k+\beta^2]}$$

$$L = P\beta_1 x(1+\beta_1) \; ; \quad K_1 = 2k+3$$

$$K = P(a-x)a(1+a)$$

$$\left.\begin{matrix} M_A \\ M_D \end{matrix}\right\} = -X_1 \mp X_3$$

$$\left.\begin{matrix} M_B \\ M_C \end{matrix}\right\} = -X_2 \pm \beta(\tfrac{1}{2}Px - X_3)$$

$$H_A = H_D = \frac{Px}{2h} - (X_1 - X_2)/h$$

$$V_D = \frac{Px - 2X_3}{L} \qquad V_A = P - V_D$$

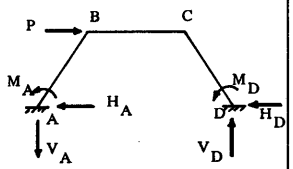
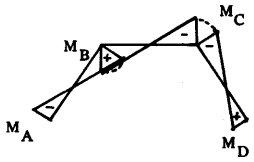
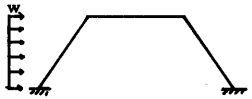
Bila P diganti beban merata,

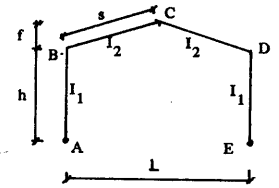
$$\left.\begin{matrix} M_A \\ M_D \end{matrix}\right\} = (w/8).a^2\left[-\frac{k+3}{3(k+2)} \pm \frac{2\beta K_2 + (1+\beta)k}{2(1+\beta+\beta^2)k+\beta^2}\right]$$

$$\left.\begin{matrix} M_B \\ M_C \end{matrix}\right\} = (w/8).a^2\left[-\frac{1}{3(k+2)} \pm \frac{(3+\beta)}{2(1+\beta+\beta^2)k+\beta^2}\right]$$

$$H_A = H_D = \frac{wa^2}{8h}\left(2 - \frac{1}{k+2}\right)$$

$$V_D = \frac{M_B - M_C}{b} \; ; \quad V_A = wa - V_D$$

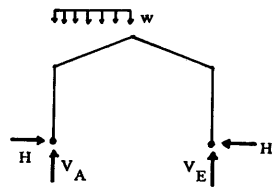
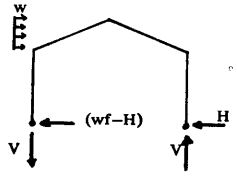
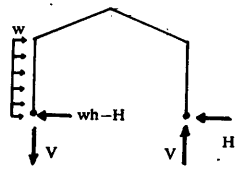
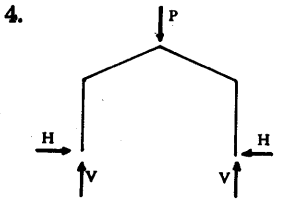
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
8.   	$-M_A = M_D = \frac{Ph\beta K_2}{2N_2}$ $M_B = -M_C = \frac{Ph\beta k(2+\beta)}{2N_2}$ $H_A = H_D = P/2$; $K_2 = k(1+\beta) + 1+k$ $N_2 = 2(1+\beta+\beta^2)k + \beta^2$ $V_A = V_D = \frac{2\,M_B}{b}$ **Bila P diganti beban merata :** $\left.\begin{matrix} M_A \\ M_D \end{matrix}\right\} = \frac{wh^2}{8}\left[-\frac{k+3}{3(k+2)} \pm \frac{2\beta K_2 + (1+\beta)k}{2(1+\beta+\beta^2)k+\beta^2}\right]$ $\left.\begin{matrix} M_B \\ M_C \end{matrix}\right\} = \frac{wh^2}{8}k\left[-\frac{1}{3(k+2)} \mp \frac{\beta(2+\beta)}{2(1+\beta+\beta^2)k+\beta^2}\right]$ $H_D = \frac{wh}{8}\left(2 - \frac{1}{k+2}\right)$ $H_A = wh - H_D$ $V_A = V_D = \frac{M_B - M_C}{b}$ $\beta = b/L$

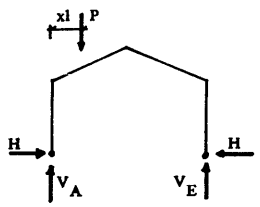
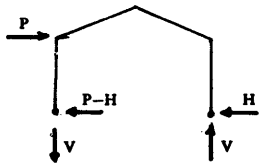


$K_1 = I_1/h$; $K_2 = I_2/s$

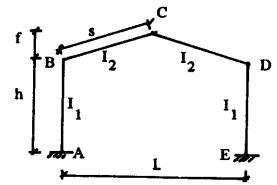
$k = K_2/K_1$

$\alpha = h^2(k+3)+f(3h+f)$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
1. 	$V_A = (3/8)\,wL$ $V_E = (1/8)\,wL$ $H = \frac{wL^2}{64} \cdot \frac{8h+5f}{\alpha}$
2. 	$V = \frac{wf}{L}(h + \frac{1}{2}f)$ $H = \frac{wf}{16} \cdot \frac{8h^2(k+3)+5f(4h+f)}{\alpha}$
3. 	$V = \frac{wh^2}{2L}$ $H = \frac{wh^2}{16} \cdot \frac{5kh + 6(2h+f)}{\alpha}$
4. 	$V = \frac{1}{2}P$ $H = \frac{PL}{8} \cdot \frac{3h + 2f}{\alpha}$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
5. 	$V_A = (1-x)P$ $V_E = xP$ $H = \frac{Plx}{4} \cdot \frac{6h(1-x) + f(3-4x^2)}{\alpha}$
6. 	$V = \frac{Ph}{l}$ $H = \frac{1}{4} Ph \cdot \frac{2kh + 3(2h+f)}{\alpha}$

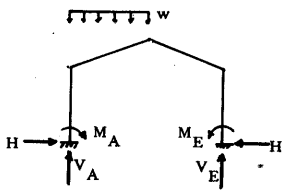
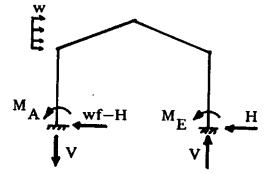
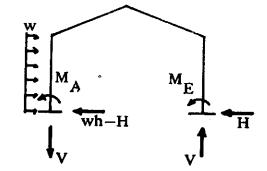
Catatan

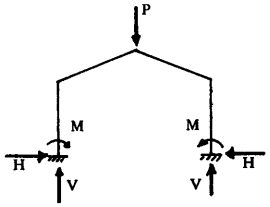
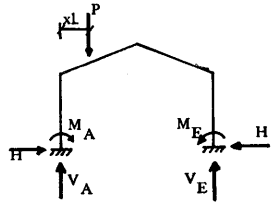
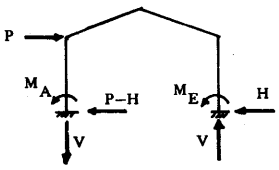


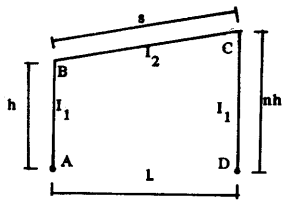
$K_1 = I_1/h$; $K_2 = I_2/s$

$k = K_2/K_1$

$\beta = (kh+f)^2 + 4k(h^2+hf+f^2)$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
1. 	$V_E = \frac{wl}{32} \cdot \frac{3(4k+1)}{3k+1}$; $V_A = \frac{wl}{2} - V_E$ $H = \frac{wl^2}{16} \cdot \frac{k(4h+5f)+f}{\beta}$ $M_A = \frac{wl^2}{96}[\frac{kh(8h+15f)+f(6h-f)}{\beta} - \frac{3}{2(3k+1)}]$ $M_E = \frac{wl^2}{96}[\frac{kh(8h+15f)+f(6h-f)}{\beta} + \frac{3}{2(3k+1)}]$
2. 	$V = \frac{wf}{8l} \cdot \frac{12k(h+f)+5f}{(3k+1)}$ $H = \frac{wf}{4} \cdot \frac{5fk(2h+f)+2kh^2(k+4)+f^2}{\beta}$ $M_A = \frac{wf}{24}[\frac{f(kh(4h+9f)+f(6h+f))}{\beta} + \frac{12h(3k+2)+3f}{6k+2}]$ $M_E = \frac{wf}{24}[\frac{f(kh(4h+9f)+f(6h+f))}{\beta} - \frac{12h(3k+2)+3f}{6k+2}]$
3. 	$V = \frac{wh^2}{2l} \cdot \frac{k}{3k+1}$; $H = \frac{wh^2}{4} \cdot \frac{k[h(k+3)+2f]}{\beta}$ $M_A = \frac{wh^2}{24}[\frac{kh^2(k+6)+kf(15h+16f)+6f^2}{\beta} + \frac{12k+6}{3k+1}]$ $M_E = \frac{wh^2}{24}[\frac{kh^2(k+6)+kf(15h+16f)+6f^2}{\beta} - \frac{12k+6}{3k+1}]$

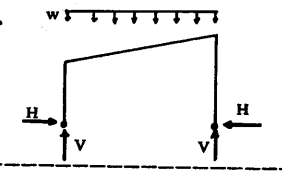
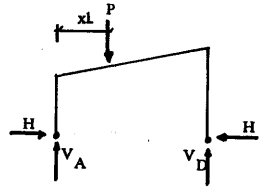
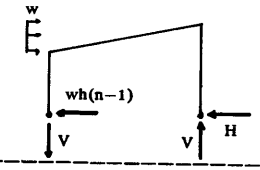
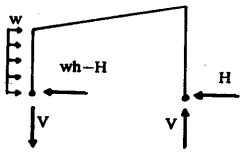
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
4. 	$V = \frac{1}{2} P$ $H = \frac{1}{4}PL \cdot \frac{k(3h+4f)+f}{\beta}$ $M = \frac{1}{4}PL \cdot \frac{kh^2+hf(2k+1)}{\beta}$
5. 	$V_E = Px \cdot \frac{3k+x(3-2x)}{3k+1}$; $V_A = P - V_E$ $H = PxL \cdot \frac{3k(h+f)-4x^2f(k+1)-3x(kh-f)}{\beta}$ $M_A = \frac{PxL}{2}[\frac{2kh^2(1-x)+3hf(2x+k)-f^2(1-4x)}{\beta} - \frac{4hfx^2(k+2)-4x^2f^2}{} - \frac{(1-x)(1-2x)}{3k+1}$ $M_E = \frac{PxL}{2} \cdot [\frac{2kh^2(1-x)+3hf(2x+k)-f^2(1-4x)}{\beta} - \frac{4hfx^2(k+2)-4x^2f^2}{} + \frac{(1-x)(1-2x)}{3k+1}]$
6. 	$V = \frac{3Ph}{2L} \cdot \frac{k}{3k+1}$ $H = \frac{1}{2}Ph \cdot \frac{k[h(k+4)+3f]}{\beta}$ $M_A = \frac{1}{2}Ph \cdot [\frac{f(hk+f(2k+1))}{\beta} + \frac{3k+2}{6k+2}]$ $M_E = \frac{1}{2}Ph \cdot [\frac{f(hk+f(2k+1))}{\beta} - \frac{3k+2}{6k+2}]$

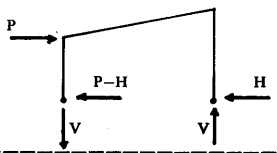


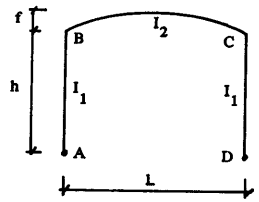
$K_1 = I_1/h$; $K_2 = I_2/s$

$k = K_2/K_1$

$\beta = 1+n+n^2+(1+n^3)k$

Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
1. 	$V = \frac{1}{2} wL$ $H = \frac{wL^2}{8h} \cdot \frac{1+n}{\beta}$
2. 	$V_A = (1-x)P$; $V_D = xP$ $H = \frac{Plx(1-x)}{2h} \cdot \frac{2+n+x(n-1)}{\beta}$ Bila ; $x = \frac{1}{2}$ $V_A = V_D = \frac{1}{2}P$; $H = \frac{3Pl}{16h} \cdot \frac{n+1}{\beta}$
3. 	$V = \frac{wh^2}{2L}(n^2-1)$ $H = \frac{wh(n-1)}{8} \cdot \frac{8k+7+n(n+4)}{\beta}$
4. 	$V = \frac{wh^2}{2L}$ $H = \frac{wh}{8} \cdot \frac{5k+2(n+2)}{\beta}$

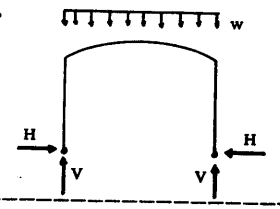
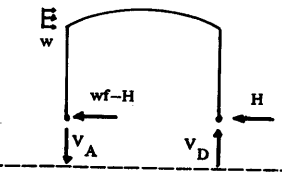
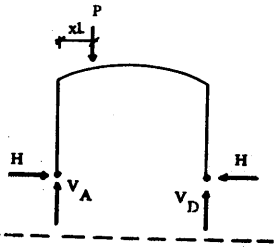
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
5. 	$V = \frac{(Ph)}{L}$ $H = \frac{1}{2} P \cdot \frac{2k+n+2}{\delta}$

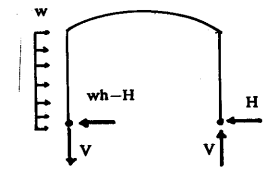
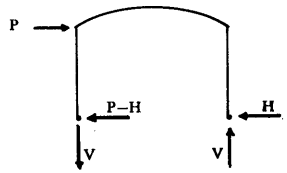


$K_1 = I_1/h$; $K_2 = I_2/L$

$k = K_2/K_1$

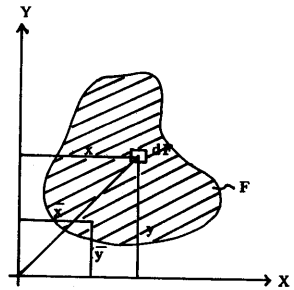
$\delta = 5h^2(2k+3)+4f(5h+2f)$

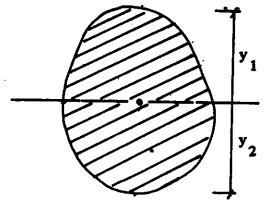
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
1. 	$V = \frac{1}{2} wL$ $H = \frac{1}{4} wL^2 \cdot \frac{5h+4f}{\delta}$
2. 	$V = \frac{wf}{2L}(2h+f)$ $H = \frac{wh}{14} \cdot \frac{35h^2(2k+3)+16f(7h+2f)}{\delta}$
3. 	$V_A = (1-x)P$; $V_D = xP$ $H = \frac{5PL}{2} \cdot \frac{3h+2f[x(1-x)+1]}{\delta} \cdot x(1-x)$

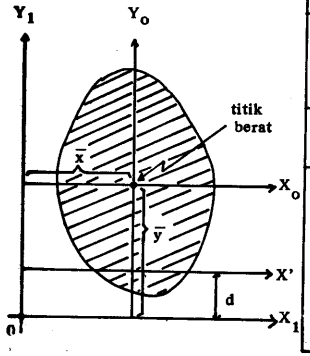
Statika konstruksi dan muatan	Reaksi perletakan dan momen
4. 	$V = \frac{wh^2}{2l}$ $H = \frac{5wh^2}{8} \cdot \frac{h(5k+6)+4f}{\delta}$
5. 	$V = \frac{Ph}{l}$ $H = \frac{5Ph}{2} \cdot \frac{h(2k+3)+2f}{\delta}$

Catatan :

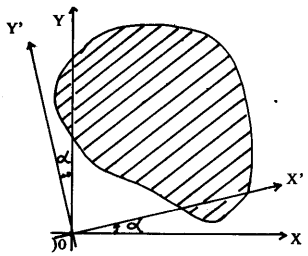
BESARAN INERSIA.





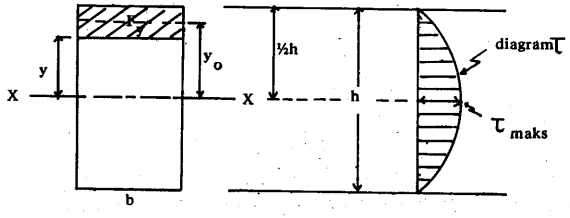


Luas	$F = \int_F dF$
Momen statis	$S_x = \int_F y.dF$; $S_y = \int_F x.dF$
Jarak titik berat	$\bar{x} = S_y/F$; $\bar{y} = S_x/F$
Momen inersia (pribadi)	$I_x = \int_F y^2.dF$; $I_y = \int_F x^2.dF$
Momen sentri-fugal	$I_{xy} = \int_F xy.dF$
Momen inersia polair	$I_p = \int_F r^2.dF = I_x + I_y$
Jari-jari inersia	$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}}$; $i_y = \sqrt{\frac{I_y}{F}}$
Jari-jari inersia kutub	$i_p = \sqrt{\frac{I_p}{F}}$
Momen lawan	$W_1 = I/y_1$; $W_2 = I/y_2$
Keseimbangan pergeseran sumbu-sumbu	$S'_x = S_x - Fd$; $S_x = F\bar{y}$ $I_{x1} = I_{xo} + F(\bar{y})^2$ $I_{x1y1} = I_{xoyo} + F\bar{x}\,\bar{y}$



Dengan adanya perputaran sumbu	$S_x' = S_x \cos\alpha - S_y \sin\alpha$ $I_{x'} = I_x \sin^2\alpha + I_y \cos^2\alpha + I_{xy} \sin 2\alpha$ $I_{x'} + I_{y'} = I_x + I_y = I_p$

Tegangan geser akibat gaya lintang :



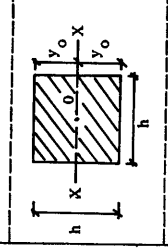
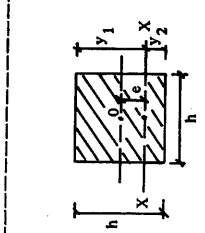
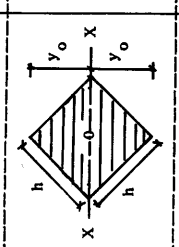
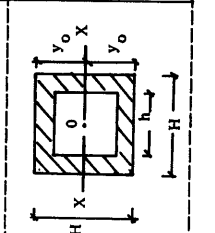
$$I_x = \frac{1}{12}bh^3$$

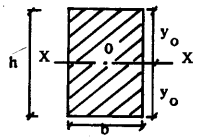
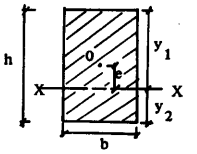
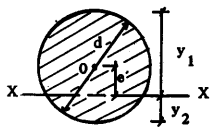
$$S_x = F_y \cdot y_o = b(\tfrac{1}{2}h - y).\tfrac{1}{2}(\tfrac{1}{2}h + y) = \tfrac{1}{2}b(\tfrac{1}{4}h^2 - y^2)$$

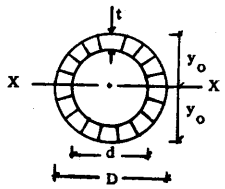
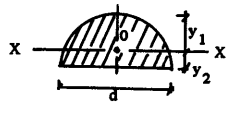
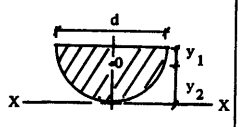
$$\tau = Q \cdot \frac{S_x}{bI_x} = Q \cdot \frac{\tfrac{1}{2}b(\tfrac{1}{4}h^2 - y^2)}{b.(1/12)bh^3}$$

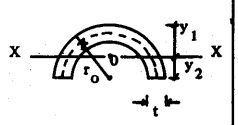
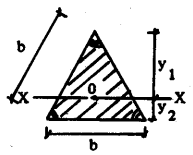
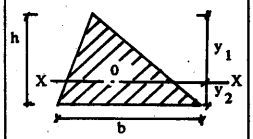
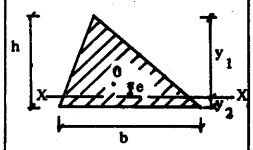
$$y = 0 \longrightarrow \tau_{maks} = (3/2).(Q/bh)$$

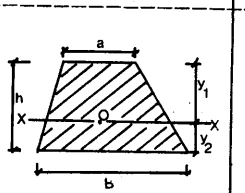
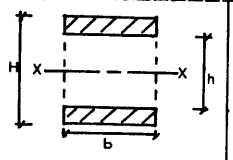
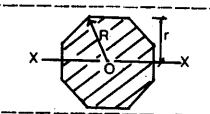
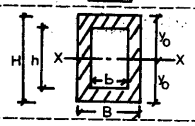
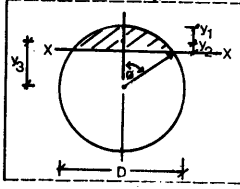
Q = gaya lintang.

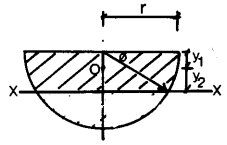
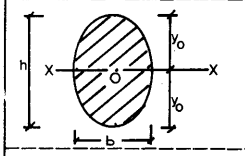
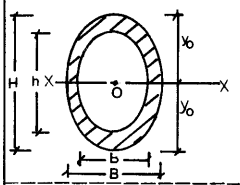
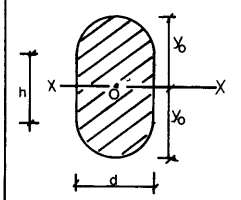
Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	h^2	$y_o = h/2$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0{,}289h$
	h^2	$y_1 = (h/2)+e$ $y_2 = (h/2)-e$	$\frac{h^4}{12} + h^2e^2$	$W_1 = I/y_1 = \frac{h^2(h^2+12e^2)}{6(h+2e)}$ $W_2 = I/y_2 \frac{h^2(h^2+12e^2)}{6(h-2e)}$	$\sqrt{\frac{h^2+12e^2}{12}} = 0{,}289\sqrt{h^2+12e^2}$
	h^2	$y_o = h/\sqrt{2} = 0{,}707h$	$\frac{h^4}{12}$	$\frac{h^3}{6\sqrt{2}} = 0{,}118h^3$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0{,}289h$
	H^2-h^2	$y_o = H/2$	$\frac{H^4-h^4}{12}$	$\frac{H^4-h^4}{6H}$	$\sqrt{\frac{H^2+h^2}{12}} = 0{,}289\sqrt{H^2+h^2}$

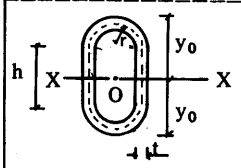
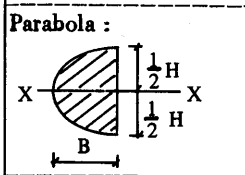
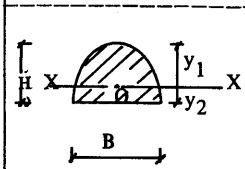
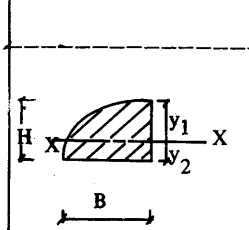
Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	bh	$y_o = h/2$	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^2}{6}$	$\frac{h}{\sqrt{12}} = 0{,}289h$
	bh	$y_1 = \frac{h}{2} + 2$ $y_2 = \frac{h}{2} - e$	$\frac{bh^3}{12} + bhe^2$	$W_1 = I/y_1 = \frac{bh(h^2+12e^2)}{6(h+2e)}$ $W_2 = I/y_2 = \frac{bh(h^2+12e^2)}{6(h-2e)}$	$\sqrt{\frac{h^2+12e^2}{12}}$ $=0{,}289\sqrt{h^2+12e^2}$
	$\frac{\pi}{4}d^2 =$ $0{,}785d^2$	$y_1 = (d/2)+e$ $y_2 = (d/2)-e$	$\frac{\pi d^4}{64} + \frac{\pi}{4}d^2e^2$	$W_1 = I/y_1 = \frac{\pi d^2(d^2+16e^2)}{32(d+2e)}$ $W_2 = I/y_2 = \frac{\pi d^2(d^2+16e^2)}{32(d-2e)}$	$\frac{1}{4}\sqrt{d^2+16e^2}$

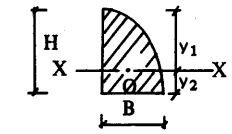
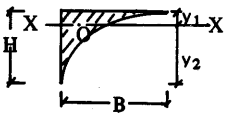
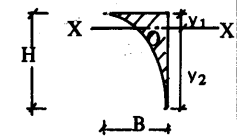
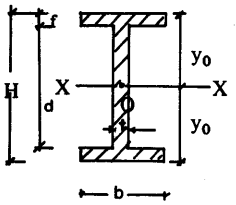
Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	$\frac{\pi}{4}(D^2-d^2)$	$y_o = D/2$	$\frac{\pi}{64}(D^4-d^4) =$ $0{,}0491(D^4-d^4)$	$\frac{\pi}{32}\left(\frac{D^4-d^4}{D}\right) =$ $0{,}0982\left(\frac{D^4-d^4}{D}\right)$	$\sqrt{\frac{D^2+d^2}{4}}$
	$\frac{\pi}{8}d^2 =$ $0{,}393d^2$	$y_1 = \frac{(3\pi-4)}{6\pi}$ $= 0{,}288d$ $y_2 = \frac{2}{3\pi}d$ $= 0{,}212d$	$\frac{9\pi^2-64}{1{,}152\pi}d^4 =$ $0{,}0068d^4$	$W_1 = I/y_1$ $= \frac{9\pi^2-64}{192(3\pi-4)}d^3$ $= 0{,}0239d^3$ $W_2 = I/y_2$ $= \frac{9\pi^2-64}{768}d^3$ $= 0{,}0325d^3$	$\sqrt{\frac{9\pi^2-64}{12\pi}}\cdot d =$ $0{,}132d$
	$\frac{\pi}{8}d^2 =$ $0{,}393d^2$	$y_1 = \frac{2}{3\pi}d =$ $= 0{,}212d$ $y_2 = \frac{(3\pi-4)}{6\pi}$ $= 0{,}288d$	$\frac{1}{16}\left(\frac{5}{8}\pi-\frac{4}{3}\right)d^4$ $= 0{,}0394d^4$		$\sqrt{\frac{5}{16}-\frac{2}{3\pi}}\cdot d$ $= 0{,}317d$

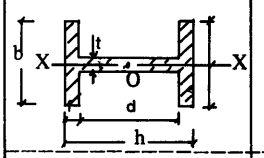
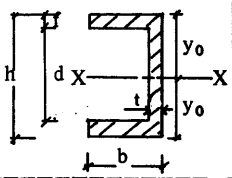
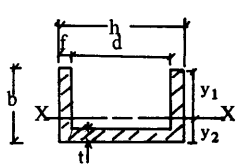
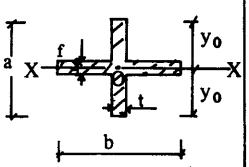
Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	$\pi r_o t$	$y_1=(1-\frac{2}{\pi})r_o+(t/2)$ $y_2=\frac{2}{\pi}r_o$	$(\frac{\pi}{2}-\frac{4}{\pi})r_o^3.t$ $=0,289r_o^3.t$	$W_1=I/y1$ $W_2=I/y_2$	$\sqrt{\frac{1}{2}-\frac{4}{\pi^2}}.r_o=$ $0,308\ r_o$
	$\frac{\sqrt{3}}{4}b^2$ $=0,433b^2$	$y_1=(1/\sqrt{3})b$ $=0,577b$ $y_2=1/(2\sqrt{3}).b$ $=0,289b$	$\frac{b^4}{32\sqrt{3}}$ $=0,018b^4$	$W_1=I/y_1=b^3/32$ $W_2=I/y_2=b^3/16$	$b/\sqrt{24}=$ $0,204\ b$
	$\frac{hb}{2}$	$y_1=(2/3)h$ $y_2=(1/3)h$	$\frac{h^3b}{36}$	$W_1=I/y_1=\frac{h^2b}{24}$ $W_2=I/y_2=\frac{h^2b}{12}$	$h/\sqrt{18}$ $=0,236\ h$
	$\frac{hb}{2}$	$y_1=(2/3)h+e$ $y_2=(1/3)h-e$	$\frac{bh}{36}(h^2+18e^2)$	$W_1=I/y_1$ $W_2=I/y_2$	$\sqrt{\frac{h^2+18e^2}{18}}$

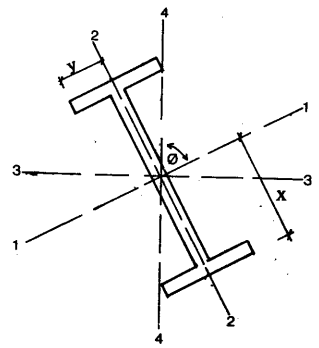
Bentuk	Luas (F)	Jarak Sumbu (y)	Momen Inersia (I)	Momen Lawan (W)	Jari-jari Inersia (i)
	$\frac{1}{2}(a+b)h$	$y_1=\frac{a+2b}{a+b}(\frac{h}{3})$ $y_2=\frac{2a+b}{a+b}(\frac{h}{3})$	$\frac{a^2+4ab+b^2}{36(a+b)}h^3$	$W_1=I/y_1=$ $\frac{a^2+4ab+b^2}{12(a+2b)}h^2$ $W_2=I/y_2=$ $\frac{a^2+4ab+b^2}{12(2a+b)}h^2$	$\frac{\sqrt{2(a^2+4ab+b^2)}}{6(a+b)}h$
	$b(H-h)$	$y_o=H/2$	$(b/12)(H^3-h^3)$	$(b/6H)(H^3-h^3)$	$0,289\sqrt{\frac{(H^3-h^3)}{(H-h)}}$
	$4Rr=$ $3,696R^2$	$0,924R$	$0,6381R^4$	$0,6906R^3$	$0,4155R$
	$BH-bh$	$y_o=H/2$	$\frac{BH^3-bh^3}{12}$	$\frac{BH^2-bh^2}{6}$	$\sqrt{\frac{BH^3-bh^3}{12(BH-bh)}}$
	$r^2(2\emptyset+$ $\frac{2}{2}\sin2\emptyset)$	$y_1=r(1-\cos\emptyset)-y_2$ $y_3=D^3/(12F)$ $y_2=\frac{2r[(1/3)\sin\emptyset(2+\cos^2\emptyset)]}{2\emptyset-\sin2\emptyset}$ $-\frac{2r(\emptyset\cos\emptyset)}{2\emptyset-\sin2\emptyset}$		$r^4[\emptyset(\frac{1}{4}+\cos^2\emptyset)-\sin\emptyset\cos\emptyset(\frac{5}{4}-\frac{1}{6}\sin^2\emptyset)]$	$\sqrt{\frac{I}{F}}$

Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	$\frac{r^2}{2}(2\emptyset + \sin 2\emptyset)$	$y_1 = r\sin\emptyset - y_2$ $y_2 = \frac{2r[(1/3)\sin\emptyset(2+\cos^2\emptyset)]}{2\emptyset + \sin 2\emptyset} + \frac{2r[(\frac{\pi}{2} - \emptyset)\cos\emptyset - (2/3)]}{2\emptyset + \sin 2\emptyset}$		$r^4[(\frac{\pi}{2} - \emptyset)(\frac{1}{4} + \cos^2\emptyset + \sin\emptyset\cos\emptyset(\frac{5}{4} - \frac{1}{6}\sin^2\emptyset)]$	$\sqrt{I/F}$
	$\frac{\pi hb}{4} = 0{,}785hb$	$y_o = h/2$	$\frac{\pi}{64}h^3b = 0{,}0491h^3b$	$\frac{\pi}{32}h^2b = 0{,}0982h^2b$	$h/4$
	$\frac{\pi}{4}(HB - hb) = 0{,}785(HB - hb)$	$y_o = H/2$	$\frac{\pi}{64}(H^3B - h^3b) = 0{,}0491(H^3B - h^3b)$	$\frac{\pi}{32}(\frac{H^3B - h^3b}{H}) = 0{,}098(\frac{H^3B - h^3b}{H})$	$\frac{1}{4}\sqrt{\frac{H^3B - h^3b}{HB - hb}}$
	$\frac{\pi}{4}d^2 + hd$	$y_o = \frac{1}{2}(h+d)$	$\frac{\pi d^4}{64} + \frac{hd^3}{6} + \frac{\pi h^2 d^2}{16} + \frac{h^3 d}{12} + \frac{d^4}{9\pi}$	I/yo	$\sqrt{I/F}$

Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	$2(\pi r + h)t$	$y_o = r + \frac{h+t}{2}$	$\pi tr^3 + 4tr^2h + \frac{\pi}{2}trh^2 + (1/6)th^3$	I/yo	$\sqrt{I/F}$
Parabola : 	$(2/3)BH$	$H/2$	$BH^3/30$	$Bh^2/15$	$H/2\sqrt{5}$
	$(2/3)BH$	$y_1 = (3/5)H$ $y_2 = (2/5)H$	$(8/175)BH^3$	$W_1 = I/y_1 = (8/105)BH^2$ $W_2 = I/y_2 = (4/35)BH^2$	$\sqrt{(12/175)}H$
	$(2/3)BH$	$y_1 = (5/8)H$ $y_2 = (3/8)H$	$(19/480)BH^3$	$W_1 = I/y_1 = (19/300)BH^2$ $W_2 = I/y_2 = (19/180)BH^2$	$(\sqrt{95}/40)H$

Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	(2/3)BH	$y_1 = (3/5)H$ $y_2 = (2/5)H$	$(8/175)BH^3$	$W_1 = I/y_1 = (8/105)BH^2$ $W_2 = I/y_2 = (4/35)BH^2$	$\frac{\sqrt{84}}{35}H$
	(1/3)BH	$y_1 = \frac{1}{4}H$ $y_2 = (3/4)H$	$(1/80)BH^3$	$W_1 = I/y_1 = (1/20)BH^2$ $W_2 = I/y_2 = (1/60)BH^2$	$\frac{\sqrt{15}}{20}H$
	(1/3)BH	$y_1 = (3/10)H$ $y_2 = (7/10)H$	$(37/2100)BH^3$	$W_1 = I/y_1 = (37/630)BH^2$ $W_2 = I/y_2 = (37/1470)BH^2$	$\frac{\sqrt{259}}{70}H$
	$bh-d(b-t)$	$y_o = h/2$	$\frac{bh^3-d^3(b-t)}{12}$	$\frac{bh^3-d^3(b-t)}{6h}$	$\sqrt{\frac{bh^3-d^3(b-t)}{12\,bh-d(b-t)}}$

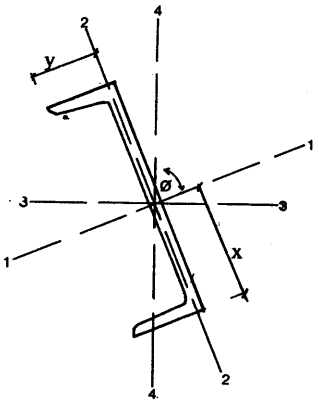
Bentuk	Luas (F)	Jarak sumbu (y)	Momen inersia (I)	Momen lawan (W)	Jari-jari inersia (i)
	$bh-d(b-t)$	$y_o = b/2$	$\frac{2fb^3+dt^3}{12}$	$\frac{2fb^3+dt^3}{6b}$	$\sqrt{\frac{2fb^3+dt^3}{12[bh-d(b-t)]}}$
	$bh-d(b-t)$	$y_o = h/2$	$\frac{bh^3-d^3(b-t)}{12}$	$\frac{bh^3-d^3(b-t)}{6h}$	$\sqrt{\frac{bh^3-d^3(b-t)}{12[bh-d(b-t)]}}$
	$bh-d(b-t)$	$y_1 = \frac{b^2h-d(b-t)^2}{2[bh-d(b-t)]}$ $y_2 = b - y_1$	$\frac{2fb^3+dt^3}{3} - Fy_2^2$	$W_1 = I/y_1$ $W_2 = I/y_2$	$\sqrt{I/F}$
	$at+f(b-t)$	$y_o = a/2$	$\frac{ta^3+f^3(b-t)}{12}$	$\frac{ta^3+f^3(b-t)}{6a}$	$\sqrt{\frac{ta^3+f^3(b-t)}{12[at+f(b-t)]}}$



$$I_3 = I_1 \sin^2\emptyset + I_2 \cos^2\emptyset$$

$$I_4 = I_1 \cos^2\emptyset + I_2 \sin^2\emptyset$$

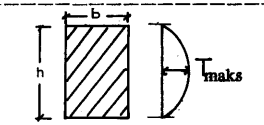
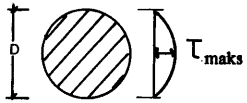
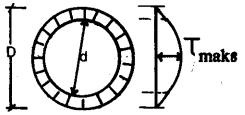
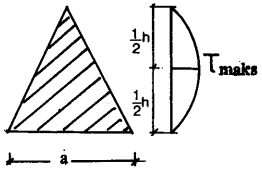
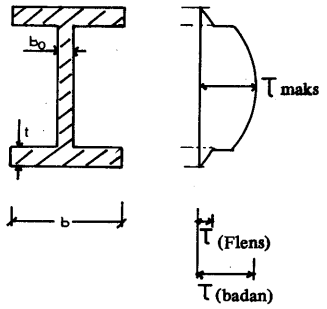
$$f = M\left(\frac{x}{I_1}\sin\emptyset + \frac{y}{I_2}\cos\emptyset\right)$$



$$I_3 = I_1 \sin^2\emptyset + I_2 \cos^2\emptyset$$

$$I_4 = I_1 \cos^2\emptyset + I_2 \sin^2\emptyset$$

$$f = M\left(\frac{x}{I_1}\sin\emptyset + \frac{y}{I_2}\cos\emptyset\right)$$

BENTUK	Tegangan Geser
	$\tau_{maks} = (3Q/2bh)$
	$\tau_{maks} = (4/3) \cdot (Q/\pi r^2)$
	$\tau_{maks} = \frac{16(D^2+Dd+d^2)}{3\pi(D^4-d^4)}Q$
	$\tau_{maks} = (3Q/ah)$
	Flens : $\tau = (QS/bI)$ Badan : $\tau = (QS/b_oI)$ $S_{maks} = b_o.\frac{1}{2}h.\frac{1}{4}h+(b-b_o)t.\frac{1}{2}(h-t)$ $\tau_{maks} = \frac{(1/8)h^2+(b-b_o)t \cdot \frac{1}{2}(h-t)}{I}Q$

10

Mekanika Tanah

Yang dimaksud dengan "tanah" dalam bidang mekanika tanah adalah mencakup semua bahan dari tanah lempung (clay) sampai berangkal/batu-batu yang besar.

Definisi serta istilah-istilah yang dipakai :

Sifat	tanda	Satuan	Definisi dan cara penentuan/ mendapatkannya
Berat isi tanah (unit weight)	γ	FL^{-3}	- perbandingan antara berat tanah seluruhnya dengan isi tanah seluruhnya. - hitung langsung dari percobaan, atau dari hubungan berat-volume.
Berat isi butir (unit weight of particles)	γ_s	FL^{-3}	- perbandingan antara berat butir dengan isi butir.
Berat isi air (unit weight of water)	γ_w	FL^{-3}	- perbandingan antara berat air dengan isi air

Sifat	Tanda	Satuan	Definisi dan cara penentuan/ mendapatkannya
Kadar air (Water content or moisture content	w	D	- perbandingan antara berat air dengan berat butir tanah. - hitung langsung dari percobaan.
Berat isi kering (dry density)	γ_d	FL^{-3}	- perbandingan antara berat butir dengan isi tanah seluruhnya.
Angka pori (void ratio)	e	D	- perbandingan antara isi pori dengan isi butir tanah. - hitung dari hubungan berat–volume.
Porositeit (Porosity)	n	D	- perbandingan antara isi pori dengan isi tanah seluruhnya. - hitung dari hubungan berat–volume.
Berat jenis (specific gravity)	G	D	- perbandingan antara berat isi butir tanah dengan berat isi air. - hitung langsung dari percobaan.
Derajat kejenuhan (degree saturation)	S_r	D	- perbandingan antara isi air pori dengan isi pori
Batas cair (liquid limit)	LL	D	- kadar air tanah pada batas antara keadaan cair dan keadaan plastis (batas atas dari daerah plastis). - hitung langsung dari percobaan.
Batas plastis (plastis limit)	PL	D	- kadar air pada batas bawah daerah pastis) - hitung langsung dari percobaan.

Sifat	Tanda	Satuan	Definisi dan cara penentuan/ mendapatkannya
Indek plastis (plasticity index)	PI I_p	D	LL – PL
Batas pengerutan (shrinkage limit)	SL	D	- hitung langsung dari percobaan.
Indek pengerutan (shrinkage index)	SI	D	PL – SL
Aktivitas (activity)	A_c	D	$\frac{PI}{\%\text{ "ukuran lempung"}}$
Indek cair (liquidity index)	LI	D	$\frac{w - PL}{PI}$
Diameter efektif (effective diameter)	D_{10}	L	Dari lengkung pembagian butir
Persentase ukuran butir (percent grain size)	D_{30} D_{60} D_{85}	L	- dari lengkung pembagian butir.
Koefisien derajat keseragaman (coefficient of uniformity)	C_u	D	$\frac{D_{60}}{D_{10}}$
Koefisien lengkungan (coeffisient of curvature)	C_c	D	$\frac{(D_{30})^2}{(D_{10})(D_{60})}$
Koefisien rembesan (coefficient of permeability)	k	LT^{-1}	- untuk drainase . aliran air tanah dan konsolidasi. - hitung langsung dari percobaan
Selisih ketinggian air (hydraulic head)	h	L	- hitung langsung dari percobaan

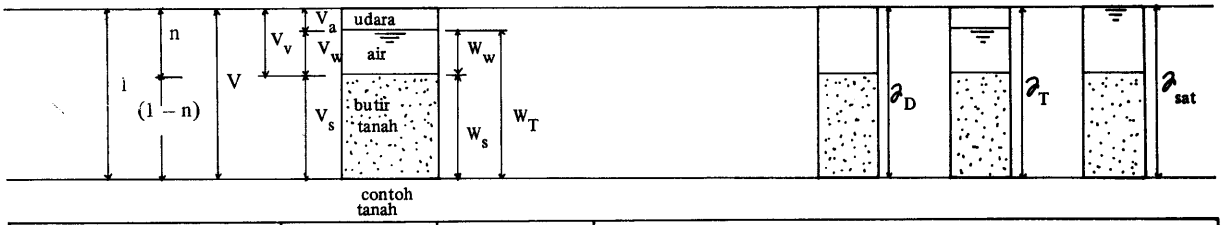
Sifat	Tanda	Satuan	Definisi dan cara penentuan/ mendapatkannya
Koefisien kompresibilitas (coefficient of compressibility)	a_v	L^2F^{-1}	- untuk perhitungan penurunan.
Koefisien volume kompresibilitas (coefficient of volume compressibility)	m_v	L^2F^{-1}	$\frac{a_v}{1 + e_o}$
Indek kompresi (compression index)	C_c	D	$\frac{e_o - e}{\log \frac{P}{10\ P_o}}$
Koefisien konsolidasi (coefficient of consolidation	C_v	L^2T^{-1}	- untuk perhitungan kecepatan penurunan.
Sudut geser dalam (angle of internal friction)	Ø	D	- ditentukan dengan lingkaran Mohr. - untuk tekanan normal total
Kohesi (cohesion intercept)	C	FL^{-2}	
Sudut geser dalam efektif (angle of internal friction)	Ø'	D	- ditentukan dengan lingkaran Mohr. - untuk tekanan normal efektif
Kohesi efektif (cohesion intercept)	C'	FL^{-2}	
Tegangan tekan unconfined (unconfined compressive strength)	q_u	FL^{-2}	- hitung langsung dari percobaan
Tegangan geser (shear strength)	s	FL^{-2}	- hitung langsung dari percobaan

Sifat	Tanda	Satuan	Definisi dan cara penentuan/ mendapatkannya
Sensitivitas (sensitivity)	S_t	D	$\frac{q_u \text{ (asli)}}{q_u \text{ (tidak asli)}}$
Berat isi kering maksimum (maximum dry unit weight)	∂_{maks}	FL^{-3}	- untuk kontrol pemadatan dan analisa stabilitas
Kadar air optimum (optimum moisture content)	w_{opt}	D	

Keterangan :

F = gaya atau berat
L = panjang
T = waktu
D = tanpa dimensi

Hubungan antara berat isi, kadar air, angka pori, dsb. :



Sifat	contoh jenuh (W_s, W_w G, diketahui)	contoh tak jenuh (W_s, W_w G,V,diketahui	Hubungan rumus-rumus			
V_s (volume butir)	$\frac{W_s}{G \cdot \partial_w}$		$V-(V_a+V_w)$	$V(1-n)$	$\frac{V}{(1+e)}$	$\frac{V_v}{e}$
V_w (volume air)	$\frac{W_w}{\partial_w}$		$V_v - V_a$	SV_v	$\frac{SV_c}{(1+e)}$	$SV_s e$
V_a (volume udara)	nol	$V-(V_s+V_w)$	$V_v - V_w$	$(1-S)V_v$	$\frac{(1-S)V_e}{1+e}$	$(1-S)V_s e$
V_v (volume pori)	$\frac{W_w}{\partial_w}$	$V-\frac{W_s}{G_w}$	$V - V_s$	$\frac{V_s n}{1-n}$	$\frac{V_e}{(1+e)}$	$V_s e$

Sifat	contoh jenuh(W_s, W_w G,diketahui)	contoh tak jenuh(W_s, W_w G,V,diketahui)	Hubungan rumus-rumus				
V (volume total)	$V_s + V_w$	diukur (hitung)	$V_s+V_a+V_w$	$\frac{V_s}{1-n}$	$V_s(1+e)$	$\frac{V_v(1+e)}{e}$	
n (porositet)	$\frac{V_v}{V}$		$\frac{1-V_s}{V}$	$1-\frac{W_s}{GV\partial_w}$	$\frac{e}{1+e}$	–	
e (angka pori)	$\frac{V_v}{V_s}$		$\frac{V}{V_s-1}$	$\frac{GV\partial_w}{W_s}-1$	$\frac{W_w G}{W_s S}$	$\frac{n}{1-n}$	$\frac{WG}{S}$
W_s (berat butir)	diukur (timbang)		$\frac{W_T}{(1+w)}$	$GV\partial_w(1-n)$	$\frac{W_w G}{eS}$	–	
W_w (berat air)	diukur (timbang)		wW_s	$S_w V_v$	$\frac{eW_s S}{G}$	–	
W_T (berat total)	$W_s + W_w$		$W_s(1+w)$	–	–	–	
∂_d (berat isi kering)	$\frac{W_s}{V_s+V_w}$	$\frac{W_s}{V}$	$\frac{W_T}{V(1+w)}$	$\frac{G\partial_w}{1+e}$	$\frac{G\partial_w}{1+wG/S}$	–	

Sifat	contoh jenuh(W_s,W_w G, diketahui)	contoh tak jenuh(W_s,W_w G,V,diketahui		Hubungan rumus-rumus	
γ_T(berat isi basah)	$\frac{W_s+W_w}{V_s+V_w}$	$\frac{W_s+W_w}{V}$	$\frac{W_T}{V}$	$\frac{(G+Se)\gamma_w}{1+e}$	$\frac{(1+w)\gamma_w}{w/S+1/G}$
γ_{sat} (berat isi jenuh)	$\frac{W_s+W_w}{V_s+V_w}$	$\frac{W_s+V_v\gamma_w}{V}$	$\frac{W_s}{V}\frac{e}{(1+e)}\gamma_w$	$\frac{(G+e)\gamma_w}{1+e}$	$\frac{(1+w)\gamma_w}{w+1/G}$
w (kadar air)	$\frac{W_w}{W_s}$		$\frac{W_T}{W_s}-1$	$\frac{Se}{G}$	$S[\frac{\gamma_w}{\gamma_d}-(1/G)]$
S (derajat kejenuhan)	1,00	$\frac{V_w}{V_v}$	$\frac{W_w}{V_v\gamma_w}$	$\frac{wG}{e}$	$\frac{w}{(\frac{\gamma_w}{\gamma_d}-\frac{1}{G})}$
G (berat jenis)	$\frac{W_s}{V_s\gamma_w}$		$\frac{Se}{w}$	—	—
γ_{sub} (berat isi celup)	$\gamma_{sat}-\gamma_w$		$\frac{W_s}{V}\frac{e}{(1+e)}\gamma_w$	$(\frac{G+e}{1+e}-1)\gamma_w$	$(\frac{1-1/G}{w+1/G})\gamma_w$

Penggolongan jenis tanah berdasarkan ukuran butir tanah.

Tanah berbutir kasar :

Macam tanah	Batas-batas ukuran butir
Berangkal (boulder)	> 20 cm
Kerakal (cobblestone)	8 – 20 cm
Kerikil (gravel)	0,2 – 8 cm
Pasir kasar (course sand)	0,06 – 0,2 cm
Pasir sedang (medium sand)	0,02 – 0,06 cm
Pasir halus (fine sand)	0,006 – 0,02 cm

Tanah berbutir halus :

Macam tanah	Batas-batas ukuran butir
Lanau (silt)	0,0002 – 0,006 cm
Lempung (clay)	<0,0002 cm

Dalam kebanyakan hal, tanah itu terdiri dari ukuran-ukuran butir yang meliputi beberapa macam ukuran, sehingga kita akan menemukan dua macam tanah dalam satu contoh.

Adapun cara pemberian nama-nya sebagai berikut :

– Kerikil kepasiran.
  artinya tanah yang sebagian besar terdiri dari kerikil dan mengandung sejumlah pasir.

– Pasir kelanauan.
  artinya tanah yang sebagian besar terdiri dari pasir dan mengandung sejumlah lanau.

– Pasir kelempungan.
  artinya tanah yang sebagian besar terdiri dari pasir dan mengandung sejumlah lempung.

Begitupula campuran tanah yang lain, cara pemberian nama (istilah) seperti diatas, yang banyak disebut lebih dahulu.

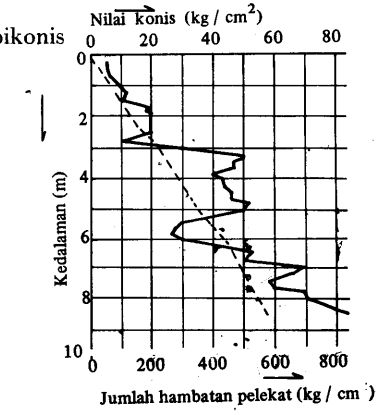
Penafsiran hasil penyelidikan tanah dengan memakai alat sondir.

Hasil sondir (kg/cm2)		Klasifikasi
q_c	f_s	
6	0,15–0,40	Humus, lempung sangat lunak
6–10	0,20	Pasir kelanauan lepas, pasir sangat lepas
	0,20–0,60	Lempung lembek, lempung kelanauan lembek
10–30	0,10	Kerikil lepas
	0,10–0,40	Pasir lepas
	0,40–0,80	Lempung atau lempung kelanauan
	0,80–2,00	Lempung agak kenyal
30–60	1,50	Pasir kelanauan, pasir agak padat
	1,00–3,00	Lempung atau lempung kelanauan kenyal
60–150	1,00	Kerikil kepasiran lepas
	1,00–3,00	Pasir padat, pasir kelanauan atau lempung padat dan kerikil kelempungan
	3,00	Lempung kekerikilan kenyal
150-300	1,00–2,00	Pasir padat, pasir kekerikilan padat, pasir kasar padat, pasir kelanauan sangat padat.

q_c = tekanan konis
f_s = hambatan pelekat

Contoh hasil percobaan sondir dengan bikonis

untuk lempung $q_c = 2\ N$
untuk pasir $q_c = 4\ N$



—— nilai konis

– – – jumlah hambatan pelekat

Standar Penetration Test (SPT)

Percobaan ini adalah suatu percobaan dinamis, alatnya yang dinamakan "Split spoon sample" dimasukkan kedalam tanah pada dasar lubang bor dengan memakai suatu beban penumbuk yang seberat 140 pound (63 kg) yang dijatuhkan dari ketinggian 30 inchi (76,2 cm).
Setelah "split spoon" ini dimasukkan 6 inchi (15,2 cm), jumlah pukulan dihitungkan untuk memasukkan 1 foot (12 inchi atau 30,48 cm) berikutnya. Jumlah pukulan ini disebut nilai N dengan satuan pukulan/kaki (blows/foot).

Nilai "N" yang diperoleh dengan percobaan SPT dapat dihubungkan secara empiris dengan beberapa sifat lain dari pada tanah yang bersangkutan.

Untuk nilai "N" pada lapisan pasir halus dan pasir kelanauan dengan ukuran butir 0,1–0,05 mm dipengaruhi permukaan air tanah, jadi perlu di koreksi (menurut Terzaghi dan Peck) :

$$N = 15 + \tfrac{1}{2}(N' - 15)$$

dimana ;

N = nilai SPT setelah di koreksi
N' = nilai SPT yang diukur dengan catatan percobaan, N'>15

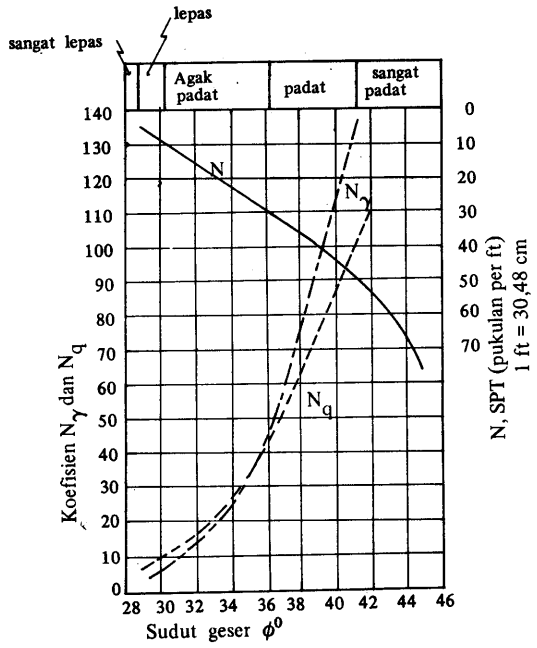
– Pada lapisan tanah tidak berkohesi (pasir & lanau), harga N dapat dihubungkan dengan kepadatan relatif (relative density) dan sudut geser dalam :

Tingkat kepadatan	Dr	N	Ø
Sangat lepas	<0,2	<4	<30°
Lepas	0,2 – 0,4	4 – 10	30 – 35
Agak padat	0,4 – 0,6	10 – 30	35 – 40
Padat	0,6 – 0,8	30 – 50	40 – 45
Sangat padat	0,8 – 1,0	>50	45

$$D_r = \frac{e_{maks} - e}{e_{maks} - e_{min}} \quad ; \quad e = \frac{V_v}{V_s}$$

$$e_{tanah\ halus} > e_{tanah\ kasar}$$

– Harga faktor daya dukung N_γ dan Nq juga dapat dihubungkan dengan nilai "N" (tanah tak berkohesi).



Harga kohesi dan sudut geser dalam tanah (c dan Ø) tergantung pada macam dan sifat bahan timbunan, sebaiknya c dan Ø ditentukan berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium.

Tetapi bagi yang sudah cukup berpengalaman, maka harga Ø dapat diambil menurut sebagai berikut :

Macam tanah	Ø
Kerikil kepasiran	35 – 40°
Kerikil kerakal	35 – 40°
Pasir padat	35 – 40°
Pasir lepas	30°
Lempung kelanauan	25 – 30°
Lempung	20 – 25°

Untuk praktisnya, daya dukung pada lapisan batuan untuk pondasi sumuran, besarnya dapat diberikan sebagai berikut :

Sifat batuan	Macam batuan	(kg/cm2)
Batuan lunak	Batu gamping, batu lempung, batu lanau batu tufa, napal.	4 – 8
Batuan sedang	Breksi, batu pasir, konglomerat, aglomerat	8 – 16
Batuan keras	Basalt, anderat, granit	16 – 50

Batu lunak : batu yang mudah digali dengan alat tangan, juga bagian pecahan batu ini dapat dipatahkan dengan tangan.

Batu sedang : batu yang sifatnya antara lunak dan keras, penggalian batu ini dengan alat tangan sudah sukar.
Bagian pecahan tidak dapat dipatahkan dengan tangan saja, tetapi masih mudah dihancurkan kalau di pukul dengan palu.

Batu keras : batu yang hanya dapat digali dengan memakai bahan peledak, dan tidak mengandung banyak retak.

Kohesi dapat diambil sebagai berikut :

Data dari	c
Sondir (q_c)	$c = q_c/20$
SPT (N)	$c = 0{,}10 \cdot N$

11

Tekanan Tanah & Konstruksi Penahannya

Pada prinsipnya kondisi tanah dalam kedudukannya ada 3 kemungkinan, yaitu :

- dalam keadaan diam
- dalam keadaan aktif, ada tekanan tanah aktif
- dalam keadaan pasif, ada tekanan tanah pasif

K_o ; koefisien tekanan tanah dalam keadaan diam
K_a ; koefisien tekanan tanah aktif
K_p ; koefisien tekanan tanah pasif

Tekanan aktif dan pasif dapat dihitung secara analitis maupun grafis, dalam hal ini perlu kita perhatikan sebagai berikut :

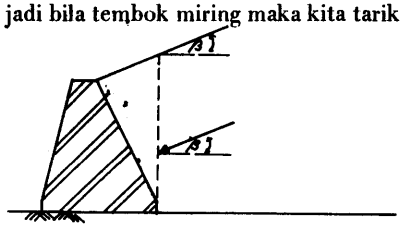
K o n d i s i	dihitung secara ;
Tanah homogen permukaan tanah rata beban merata maupun terpusat	analitis, grafis
Tanah berlapis-lapis permukaan tanah rata, beban merata atau terpusat	analitis, grafis

K o n d i s i	Dihitung secara :
Tanah homogen, permukaan tanah tidak rata beban sembarang.	g r a f i s

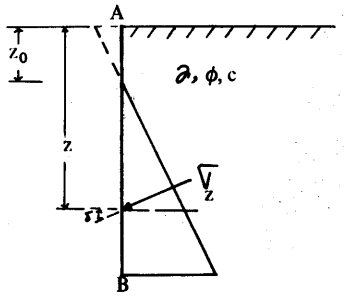
Perhitungan cara analitis :
1. Menurut Rankine
2. Menurut Coulomb

Perhitungan cara grafis :
1. Menurut Poncelet
2. Menurut Culman
3. Menurut Trial Wedge
4. Menurut Rehban

Dengan cara Rankine, gaya gaya yang ditinjau dianggap melalui bidang vertikal, jadi bila tembok miring maka kita tarik garis lurus seperti dibawah ini :



Tekanan tanah lateral ∇ (p) : (cara analitis)



- AB vertikal
- permukaan tanah horizontal serta datar.
- dalam perhitungan tekanan bagian tarik tidak diperhitungkan.
- ∂ = berat volume tanah
- $\emptyset$ = sudut geser dalam tanah
- c = kohesi tanah

I. Keadaan aktif :

1. Menurut Rankine :

$$\nabla_z = \partial . z . \tan^2(45^o - \emptyset/2) - 2c.\tan(45^o - \emptyset/2)$$
$$= \partial . z . K_a - 2c\sqrt{K_a} \; ; \text{ dimana : } K_a = \tan^2(45^o - \emptyset/2)$$

$$z_o = \frac{2c}{\partial\sqrt{K_a}} \quad ; \quad z_o = \text{kedalaman daerah tarik}$$

Arah z sejajar dengan bidang permukaan tanah (= 0)

2. Menurut Coulomb :

$$\nabla_z = \partial . z . K_a - 2c\sqrt{K_a}$$

dimana ;

$$K_a = \frac{\cos^2 \emptyset}{\cos\delta\left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\emptyset + \delta) . \sin \emptyset}{\cos \delta}}\right]^2}$$

Arah ∇_z membentuk sudut δ dengan bidang tembol AB.

δ = sudut geser bidang tembok AB dengan tanah isian.

II. Keadaan pasif :

1. Menurut Rankine :

$$\nabla_z = \partial . z . \tan^2(45^o + \emptyset/2) + 2c . \tan(45^o + \emptyset/2)$$
$$= \partial . z . K_p + 2c . \sqrt{K_p} \; ; \text{ dimana : } K_p = \tan^2(45^o + \emptyset/2)$$

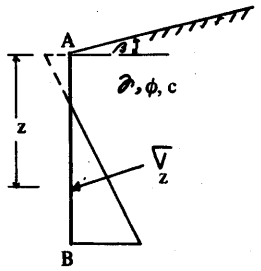
2. Menurut Coulomb :

$$\nabla_z = \partial . z . K_p + 2c\sqrt{K_p}$$

dimana ;

$$K_p = \frac{\cos^2 \emptyset}{\cos\delta\left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\emptyset + \delta) . \sin \emptyset}{\cos \delta}}\right]^2}$$

B.



– AB vertikal
– permukaan tanah miring keatas, dengan sudut β.

I. Keadaan aktif :

1. Menurut Rankine :

$$\sigma_z = \partial . z . K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

dimana ;

$$K_a = \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

Arah σ_z sejajar dengan arah permukaan tanah , ($\delta = \beta$)

2. Menurut Coulomb :

$$\sigma_z = \partial . z . K_a - 2c \sqrt{K_a}$$

dimana ;

$$K_a = \frac{\cos^2\phi}{\cos\delta \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) . \sin(\phi - \beta)}{\cos\delta . \cos\beta}} \right]^2}$$

II. Keadaan pasif :

1. Menurut Rankine :

$$\sigma_z = \partial . z . K_p + 2c \sqrt{K_p}$$

dimana ;

$$K_p = \cos\beta \cdot \frac{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\phi}}$$

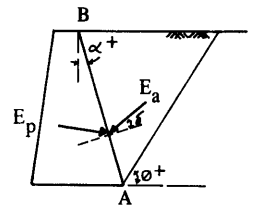
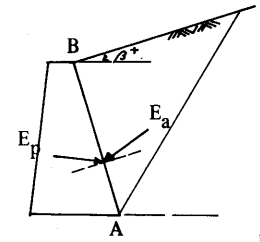
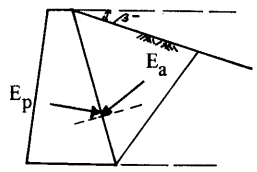
2. Menurut Coulomb :

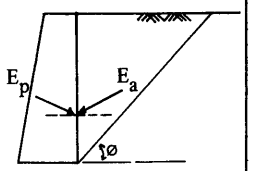
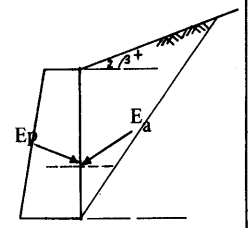
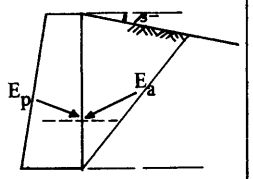
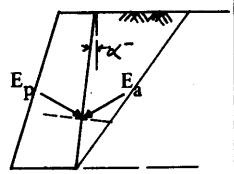
$$\sigma_z = \partial . z . K_p + 2c \sqrt{K_p}$$

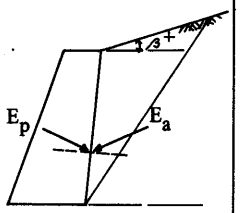
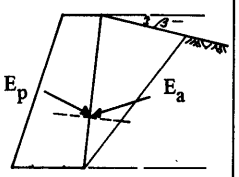
dimana ;

$$K_p = \frac{\cos^2\phi}{\cos\delta \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) . \sin(\phi + \beta)}{\cos\delta . \cos\beta}} \right]^2}$$

Selanjutnya diberikan harga-harga K_a dan K_p untuk berbagai keadaan menurut cara Coulomb :

Situasi tanah	K_a . K_p
	$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha . \cos(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) . \sin\phi}{\cos(\alpha + \delta) . \cos\alpha}} \right]^2}$ $K_p = \frac{\cos^2(\phi + \quad)}{\cos^2\alpha . \cos(\alpha - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) . \sin\phi}{\cos(\alpha - \delta) . \cos\alpha}} \right]^2}$
	$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha . \cos(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) . \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha + \delta) . \cos(\alpha - \beta)}} \right]^2}$ $K_p = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2\alpha . \cos(\alpha - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cos(\phi + \beta)}} \right]^2}$
	$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos^2\alpha . \cos(\alpha + \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi + \beta)}{\cos(\alpha + \delta) \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$ $K_p = \frac{\cos^2(\phi + \alpha)}{\cos^2\alpha . \cos(\alpha - \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$

Situasi tanah	K_a , K_p
	$K_a = \dfrac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,.\,\sin\phi}{\cos\delta}}\right]^2}$ $K_p = \dfrac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,.\,\sin\phi}{\cos\delta}}\right]^2}$
	$K_a = \dfrac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta).\sin(\phi-\beta)}{\cos\delta.\cos\beta}}\right]^2}$ $K_p = \dfrac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,.\,\sin(\phi+\beta)}{\cos\delta.\cos\beta}}\right]^2}$
	$K_a = \dfrac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,.\,\sin(\phi+\beta)}{\cos\delta.\cos\beta}}\right]^2}$ $K_p = \dfrac{\cos^2 \phi}{\cos\delta\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,.\,\sin(\phi-\beta)}{\cos\delta.\cos\beta}}\right]^2}$
	$K_a = \dfrac{\cos^2(\phi+\alpha)}{\cos^2\alpha\,.\cos(\alpha-\delta)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta).\sin\phi}{\cos(\alpha-\delta).\cos\alpha}}\right]^2}$ $K_p = \dfrac{\cos^2(\phi-\alpha)}{\cos^2\alpha.\cos(\alpha+\delta)\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\,.\,\sin\phi}{\cos(\alpha+\delta)\,.\,\cos\alpha}}\right]^2}$

Situasi tanah	K_a , K_p
	$K_a = \dfrac{\cos^2(\phi+\alpha)}{\cos^2\alpha\,.\cos(\alpha-\delta)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta).\sin(\phi-\beta)}{\cos(\alpha-\delta)\cos(\alpha+\beta)}}\right]^2}$ $K_p = \dfrac{\cos^2(\phi-\alpha)}{\cos^2\alpha.\cos(\alpha+\delta)\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta).\sin(\phi+\beta)}{\cos(\alpha+\delta).\cos(\alpha-\beta)}}\right]^2}$
	$K_a = \dfrac{\cos^2(\phi+\alpha)}{\cos^2\alpha.\cos(\alpha-\delta)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta).\sin(\phi+\beta)}{\cos(\alpha-\delta).\cos(\alpha-\beta)}}\right]^2}$ $K_p = \dfrac{\cos^2(\phi-\alpha)}{\cos^2\alpha.\cos(\alpha+\beta)\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta).\sin(\phi-\beta)}{\cos(\alpha+\delta).\cos(\alpha-\beta)}}\right]^2}$

Tembok Penahan Tanah.

Konstruksi tembok penahan tanah harus memenuhi 2 keadaan :

1. syarat stabilitas, yaitu aman terhadap guling akibat momen guling, aman terhadap geser akibat gaya-gaya horizontal dan memenuhi persyaratan daya dukung tanah dibawahnya.
2. faktor keamanan, harus dipenuhi dengan batasan tertentu untuk kondisi stabilitas diatas.

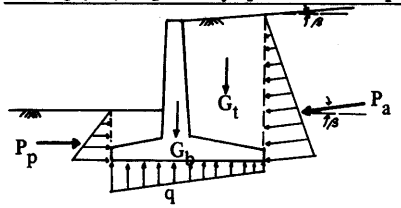
Tembok penahan tanah dapat dibagi :

a. Tembok gravitasi.
   - Stabilitasnya tergantung dari berat sendiri konstruksi dan tanah isian.
   - Umumnya tidak memerlukan pembesian.
   - Bahan-bahannya : pasangan batu kali, beton tumbuk, dan lain-lain.

b. Tembok semigravitasi.
   - Struktur lebih langsing dari pada tembok gravitasi.
   - Memerlukan pembesian vertikal pada sisi dalam.
   - Bahan-bahannya : beton tumbuk, dan lain-lain.

c. Tembok kantilever.
- Struktur lebih langsing dari tembok semi gravitasi.
- Memerlukan pembesian pada semua penampang untuk menahan momen dan gaya geser.
- Bahan-bahannya : beton bertulang.

Gaya-gaya yang bekerja pada tembok penahan tanah :

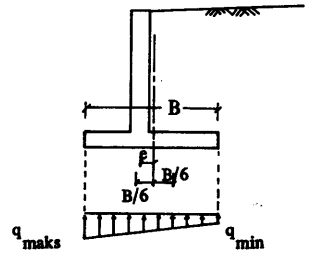


P_a = gaya tekanan tanah aktif.
P_p = gaya tekanan tanah pasif.
G_t = gaya berat tanah.
G_b = gaya akibat berat sendiri.
q = tegangan tanah yang terjadi.

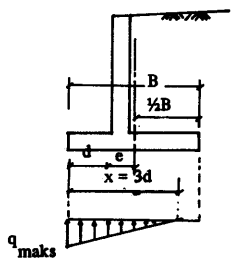
Langkah-langkah perencanaan :
1. Menaksir dimensi struktur konstruksi.
2. Tentukan gaya-gaya yang bekerja dan besarnya serta arahnya gaya.
3. Cari titik tangkap gaya resultante gaya-gaya yang bekerja terhadap dasar landasan untuk kontrol terhadap stabilitas akibat momen guling dan apakah ada bagian landasan/tanah yang mengalami tegangan negatif/tarik.
4. Tentukan tegangan tanah dibawah dasar pondasi.
5. Kontrol faktor keamanan terhadap geser.
6. Tentukan gaya-gaya yang bekerja pada penampang konstruksi ekstrim, seperti momen dan gaya lintang.
7. Tentukan gaya-gaya dan momen dalam.

Bila pekerjaan dari langkah ke 1 sampai dengan 5 mempunyai hasil yang tidak memenuhi syarat, maka diperlukan adanya perbaikan dimensi struktur sebelum melangkah ke langkah selanjutnya.

Kemungkinan tegangan tanah yang terjadi :



L = panjang pondasi
B = lebar dasar pondasi
$M_e = V \cdot e$
V = gaya vertikal



$e < B/6$

$$q_{maks,\,min} = \frac{V}{L \cdot B} \pm \frac{6 \cdot M_e}{L \cdot B^2}$$

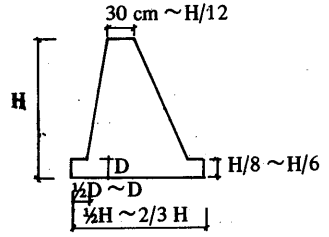
$e > B/6$

$$q_{maks} = \frac{2\,V}{L \cdot x}$$

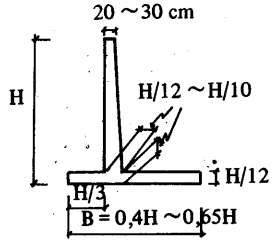
Tafsiran dimensi tembok penahan tanah :

Dimensi ini hanyalah secara kasar, untuk perencanaan yang cermat tentulah menuntut kita menghitung menurut prosedur perencanaan.

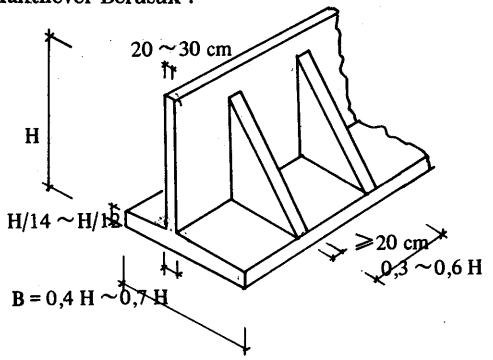
a. Tembok Gravitasi :

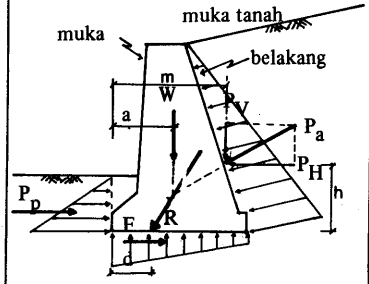


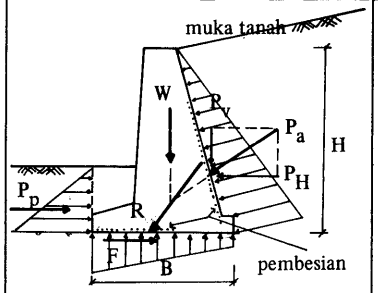
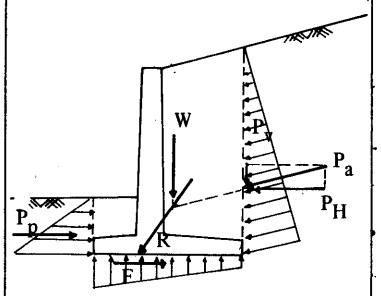
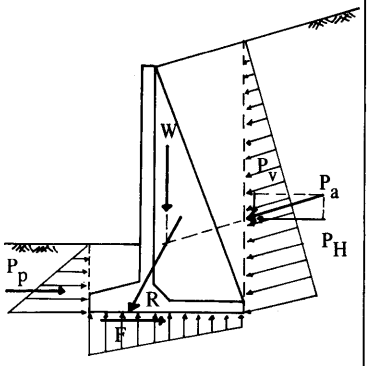
b. Tembok Kantilever :



c. Tembok Kantilever Berusuk :



Tipe tembok	Diagram beban	Faktor perencanaan
Gravitasi.		1. Daerah resultante gaya : Momen diujung kaki. $d = \frac{W.a + P_V.m - P_H.h}{W + P_V}$ anggap $P_p = 0$

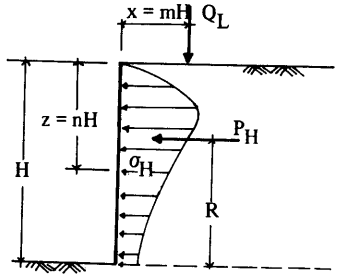
Tipe tembok	Diagram beban	Faktor perencanaan
Semi gravitasi		2. Guling : momen di ujung kaki $F.K = \frac{W \cdot a}{P_H.h - P_v.m} \geqslant 1{,}5$ guling tak perlu ditinjau, bila resultante gaya (R) didalam daerah inti (1/3 lebar dasar bagian tengah untuk tanah biasa dan ½ lebar dasar bagian tengah untuk batuan). F.K. : faktor keamanan
Kantilever		3. Geser : $F.K = \frac{(W+P_v)tg\delta+C_a.B}{P_H} \geqslant 1{,}5$ $F.K = \frac{(W+P_v)tg\delta+C_a.B+P_p}{P_H} \geqslant 2{,}0$ C_a = adhesi antara tanah dan dasar tembok. $tg\delta$ = faktor geser tanah antara tanah dan dasar tembok W = berat tembok dan tanah dibelakang tembok, untuk tembok gravitasi/semigravitasi. Berat tembok dan tanah diatas kaki tembok, untuk tembok kantilever / kantilever berusuk.
Counterfort (Kantilever berusuk		

Faktor geser dan adhesi untuk berbagai jenis bahan :

Jenis tanah di bawah dasar tembok	$tg\delta$	δ^o	C_a (kg/cm2)
Beton dengan :			
– batuan keras	0,70	35	–
– kerikil, kerikil campur pasir, pasir kasar	0,55–0,60	29–31	–
– pasir halus s/d. sedang, pasir kasar campur lanau, kerikil bercampur lanau atau lempung	0,45–0,55	24–29	–
– pasir halus	0,35–0,45	19–24	–
– lempung sedang	0,30–0,35	17–19	–
Turap Baja dengan :			
– kerikil, kerikil campur pasir	0,40	22	–
– pasir, kerikil berpasir dan campur lanau	0,30	17	–
– pasir atau kerikil dengan campur lempung atau lanau	0,25	14	–
Turap Beton dengan :			
– kerikil, kerikil berpasir	0,40–0,50	22–26	–
– pasir, kerikil berpasir dan bercampur lanau	0,30–0,40	17–22	–
– lempung lunak dan lanau berlempung	–	–	0,1–0,3
– lempung keras	–	–	0,3–0,6

Beban Garis (Q_L) :

– Menurut modifikasi persamaan Boussinesq.



P_H = resultante

untuk $m \leqslant 0{,}4$:

$$\sqrt{}_H\left(\frac{H}{Q_L}\right) = \frac{0{,}20 \cdot n}{(0{,}16+n^2)^2}$$

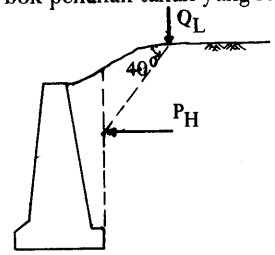
$$P_H = 0{,}55 \cdot Q_L$$

untuk $m > 0{,}4$:

$$\sqrt{}_H\left(\frac{H}{Q_L}\right) = \frac{1{,}28.m^2.n}{(m^2+n^2)^2}$$

$$P_H = \frac{0{,}64.Q_L}{(m^2+1)}$$

– Resultante gaya akibat beban garis Q_L menurut cara pendekatan untuk tembok penahan tanah yang relatif rendah.



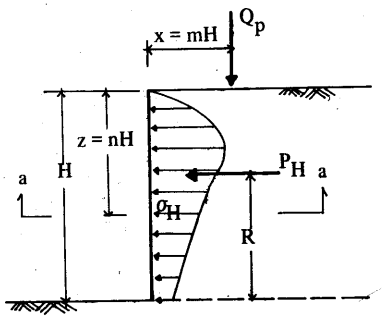
Resultante : $P_H = K.Q_L$

Harga K :

	Jenis Tanah	K
1.	pasir bersih dan kerikil	0,27
2.	pasir kotor dan kerikil permeabilitas terbatas	0,30
3.	lanau dan lempung keras, pasir halus berlanau, pasir berlempung dan kerikil	0,39
4.	lempung lunak, lempung sangat lunak, lempung berlanau, lempung dan lanau organik	1,00
5.	lempung berlapisan kaku dan terlindung	1,00

Beban Titik Q_P :

– Menurut modifikasi persamaan Boussinesq.



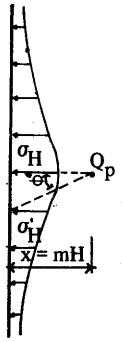
untuk $m \leqslant 0{,}4$:

$$\sigma_H \left(\frac{H^2}{Q_P}\right) = \frac{0{,}28 \,.\, n^2}{(0{,}16+n^2)^3}$$

untuk $m > 0{,}4$:

$$\sigma_H \left(\frac{H^2}{Q_P}\right) = \frac{1{,}77.m^2.n^2}{(m^2+n^2)^3}$$

$$\sigma'_H = \sigma_H \,.\, \cos^2(1{,}1\,\theta).$$

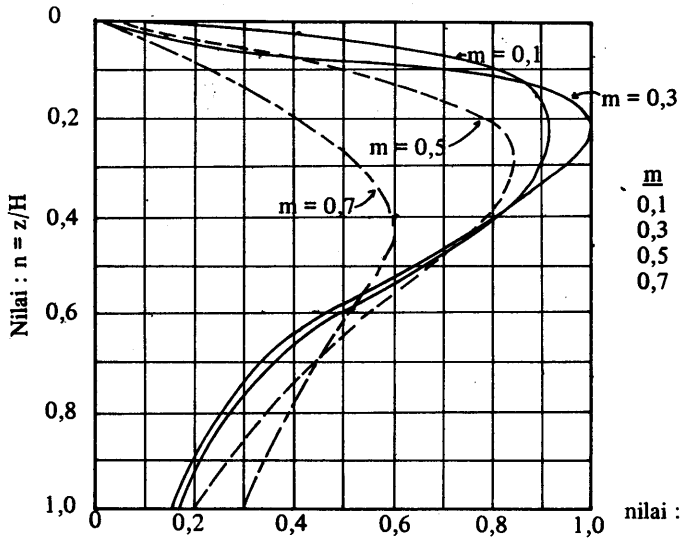


potongan : a–a

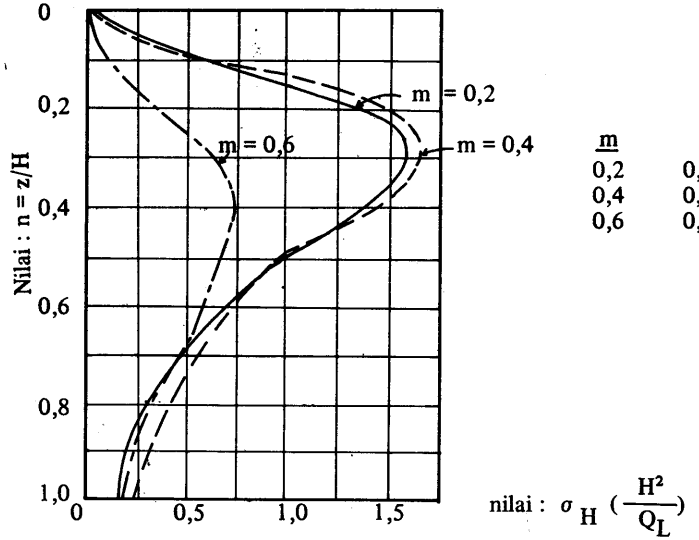
$m = 0{,}2 \longrightarrow P_H \left(\frac{H}{Q_P}\right) = 0{,}78$

$m = 0{,}4 \longrightarrow P_H \left(\frac{H}{Q_P}\right) = 0{,}78$

$m = 0{,}6 \longrightarrow P_H \left(\frac{H}{Q_P}\right) = 0{,}45$

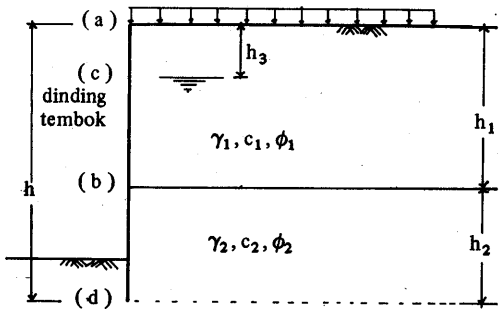


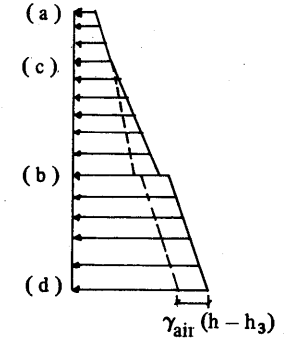
m	R
0,1	0,60H
0,3	0,60H
0,5	0,56H
0,7	0,48H



m	R
0,2	0,59H
0,4	0,59H
0,6	0,48H

Tekanan tanah aktif pada permukaan tanah yang terdapat muatan merata :





Tekanan aktif : $\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - 1$ $\gamma_{sat} = \gamma_{jenuh}$

$\sigma_z = \gamma.z.K_a + q.K_a - 2c\sqrt{K_a}$

$\sigma_{z(a)} = q.K_{a1} - 2c_1\sqrt{K_{a1}}$, (di-titik a).

$\sigma_{z(c)} = (\gamma_1.h_3 + q).K_{a1} - 2c_1\sqrt{K_{a1}}$

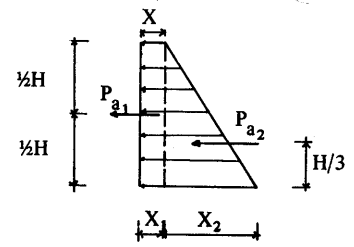
$\sigma_{z(b)_1} = (\gamma_1.h_3+q).K_{a1} - 2c_1\sqrt{K_{a1}} + (\gamma_{1sat}-1)(h_1-h_3).K_{a1} + \gamma_{air}(h_1-h_3)$

$= \sigma_{z(c)} + (\gamma_{1sat}-1)(h_1-h_3).K_{a1} + \gamma_{air}(h_1-h_3)$

$\sigma_{z(b)_2} = [\gamma_1.h_3 + (\gamma_{1sat}-1)(h_1-h_3)+q].K_{a2} - 2c_2\sqrt{K_{a2}} + \gamma_{air}(h_1-h_3)$

$\sigma_{z(d)} = [\gamma_1.h_3 + (\gamma_{1sat}-1)(h_1-h_3) + \gamma_{2sub}(h-h_1) + q].K_{a2} - 2c_2\sqrt{K_{a2}} + \gamma_{air}(h-h_1)$

Contoh mempermudah mendapatkan letaknya gaya :



resultante : $P_{a1} = XH$

$P_{a2} = \frac{1}{2}X_1H$

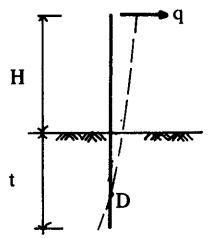
Konstruksi Turap.

Konstruksi turap, terdiri dari deretan "papan-papan" yang disebut papan turap. Biasanya bagian bawah dari papan turap dipancang dalam tanah, bagian atas dapat dijangkar dengan konstruksi jangkar, disangga atau di skor dengan balok-balok skor ataupun sama sekali bebas tidak di jangkar atau di skor.
Konstruksi turap umumnya digunakan antara lain pada bangunan pelabuhan dan pada penggalian tanah sebagai konstruksi penyangga.

Konstruksi turap dapat dibagi atas :

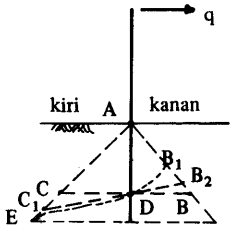
I. Konstruksi Turap bebas, tanpa jangkar atau balok balok skor.
II. Konstruksi Turap dengan jangkar.
III. Konstruksi Turap dengan balok-balok skor.

ad. I : Konstruksi Turap bebas :



Turap bebas yang menahan gaya horizontal,
H = tinggi turap
t = dalam turap yang dipancang
q = gaya (ton/m')
Ø = sudut geser dalam dari tanah

Akibat gaya q, turap berubah kedudukannya sedemikian, sehingga turap berputar pada titik stasioner D.
Dari anggapan perubahan bentuk turap tersebut, maka pada bagian turap diatas titik D bekerja tekanan tanah aktif dikiri turap dan tekanan tanah pasif dikanan turap. Pada bagian dibawah titik D bekerja sebaliknya.
Pembagian tekanan aktif dan pasif dapat dianggap merupakan tekanan-tekanan secara linier, apabila fleksibilitas turap dan sudut geser dinding tidak diperhitungkan.

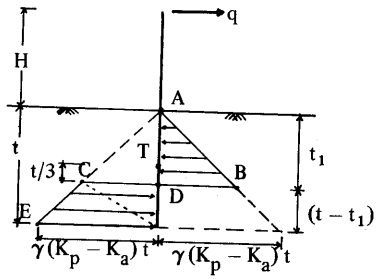


Pembagian tekanan dapat didekati sebagai berikut :

a. menurut pembagian diagram ABCE
b. menurut pembagian diagram AB_1E
c. menurut pembagian diagram AB_2C_1E

Penentuan dalamnya pemancangan turap (= t) :

Keadaan a.



dengan syarat keseimbangan :

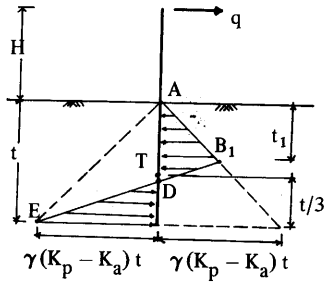
$H = 0$

$$q-\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)t_1^2+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t_1+t)(t-t_1) = 0$$

$M_T = 0$

$$q(H+2/3.t_1)-\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)t_1(t-t_1)(\tfrac{t_1}{3}+\tfrac{t-t_1}{3})-\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)t(t-t_1)[\tfrac{t_1}{3}+\tfrac{2}{3}.(t-t_1)] = 0$$

Keadaan b.



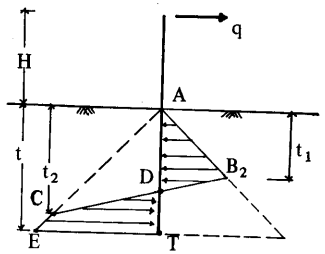
$H = 0$

$$q-\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)t^2+2\gamma(K_p-K_a)t(\tfrac{t-t_1}{2}) = 0$$

$M_T = 0$

$$q(H+2/3.t)-2\gamma(K_p-K_a)t(\tfrac{t-t_1}{2})(\tfrac{t}{3}-\tfrac{t-t_1}{3}) = 0$$

Keadaan c.



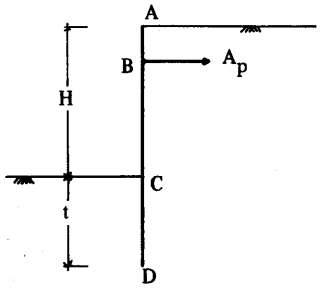
$H = 0$

$$q-\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)t^2+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t-t_1)^2+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t_1+t_2)[(t-t_1)+(t-t_2)]+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t-t_2)^2 = 0$$

$M_T = 0$

$$q(H+t)-(1/6).\gamma(K_p-K_a)t_2^3+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t-t_1)^3+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t_1+t_2)(t-t_2)^2+(1/6)\gamma(K_p-K_a)(t-t_2)^3+\tfrac{1}{2}\gamma(K_p-K_a)(t_1+t_2)(t_2-t_1)[\tfrac{t_2-t_1}{3}+(t-t_2)] = 0$$

ad.II Konstruksi turap dengan jangkar.



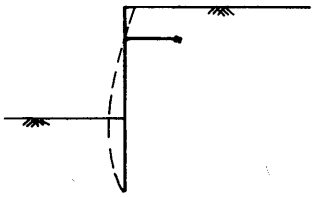
H = tinggi turap
t = dalam turap yang dipancang
A_p = gaya jangkar

Persoalan yang dihadapi, ialah menentukan :

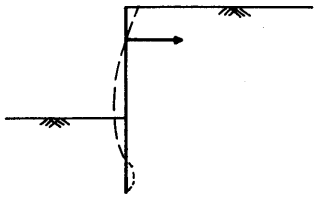
1. d 'amnya pemancangan (= t)
2. reaksi jangkar A_p. besarnya gaya jangkar menentukan bentuk dan dimensi konstruksi jangkar.
3. Besarnya momen maksimum, untuk menentukan ukuran turap.

Turap berjangkar dapat dibagi atas dua jenis :

a. Turap berjangkar dengan perletakan bebas
b. Turap berjangkar dengan perletakan jepit.

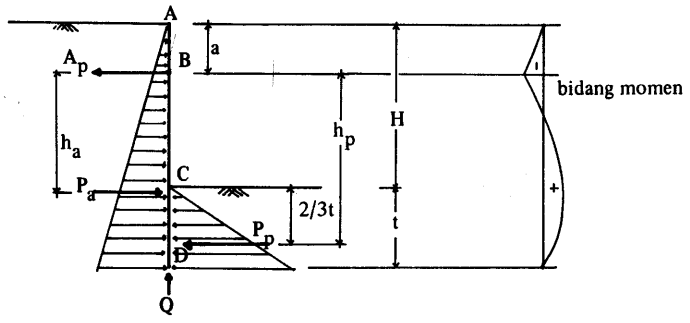


perletakan bebas



perletakan jepit

ad.a. Turap berjangkar dengan perletakan bebas :



syarat-syarat keseimbangan :

$\Sigma H = 0 \longrightarrow P_a - P_p - A_p = 0$

$A_p = P_a - P_p$

$\Sigma V = 0 \longrightarrow P_a \cdot tg\,\delta_a - P_p \cdot tg\,\delta_p - Q = 0$

Q menjadi nol, bila $\delta_a = \delta_p = 0$

$\Sigma M_B = 0 \longrightarrow h_a.P_a - h_p.P_p = 0$

$P_a[2/3.(h+t)-a] - P_p[H-a+2/3.t] = 0$

Persamaan ini adalah persamaan tingkat tiga dalam fungsi t , misalnya seperti berikut :

$\alpha_1 . t^3 + \alpha_2 . t^2 + \alpha_3 . t + \beta = 0$

α_1 , α_2 α_3 dan β adalah koefisien-koefisien numerik.

Salah satu cara penyelesaian persamaan tersebut adalah dengan cara coba-coba, dan mendapatkan 3 akar. Dalam hal ini hanya akar yang positif dimana t/H <1 yang akan memenuhi.

Untuk mendapatkan angka keamanan yang cukup aman dari tahanan pasif tanah , maka kedalaman t dari perhitungan ditambah dengan suatu kedalaman tambahan .

Ada dua cara yang dapat dilakukan :

Untuk tanah granular :

Cara 1 :

kedalaman (t) dari hasil perhitungan	kedalaman (t) pelaksanaan	angka keamanan
t	$t\sqrt{2}$	1,7

Cara 2 :

kedalaman (t) dari hasil perhitungan	kedalaman (t) pelaksanaan
t	diperoleh dengan meredusir harga K_p dengan angka keamanan 2 @ 3

Untuk tanah kohesi :

Cara 1 :

kedalaman (t) dari hasil perhitungan	kedalaman (t) pelaksanaan
t	t x angka keamanan (1,5 – 2)

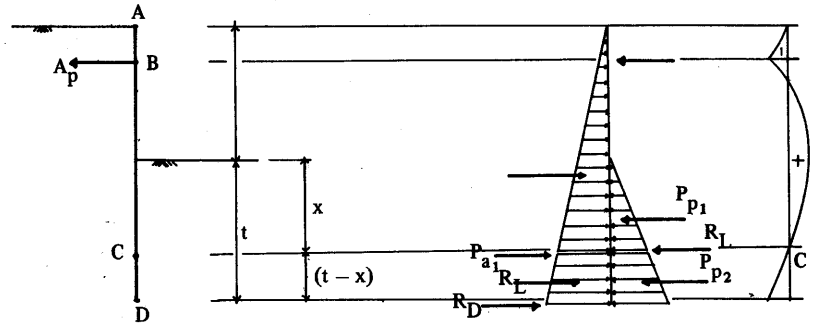
Cara 2 :

kedalaman (t) dari hasil perhitungan	kedalaman (t) pelaksanaan
t	diperoleh dengan meredusir harga cohesi (c) atau q_u dengan angka keamanan (1,5 – 2)

ad. b. Turap berjangkar dengan perletakan jepit :

Untuk cara perhitungan ini, dianggap bahwa dalamnya pemancangan (t) cukup besar, sehingga bagian bawah turap seolah-olah dalam kondisi terjepit dan perlu ditegaskan pula cara ini hanya diperhitungkan pada tanah granular/tidak berkohesi.

Perhitungan dengan cara "Balok pengganti Blum" :



dianggap pada titik C, balok mengalami momen sama dengan nol, sebagai titik sendi, dengan demikian turap dapat dibagi atas 2 bagian masing-masing sebagai balok tersendiri.

Bagian atas titik C adalah balok dengan reaksi-reaksi perletakan A_p dan R_L, sedangkan bagian bawah adalah balok dengan reaksi-reaksi perletakan R_L dan R_D.

Blum mendapatkan hubungan : X dan H sebagai fungsi dari sudut pergeseran dalam (Ø) dari tanah yang bersangkutan.

Ø	:	20°	30°	40°
X	:	0,25 H	0,08 H	– 0,007 H

selanjutnya ditinjau : "balok" bagian atas

$\Sigma M_B = 0 \longrightarrow R_L$ didapat

$\Sigma H = 0 \longrightarrow A_p$ didapat

Jarak (t – X) dapat dihitung dari "balok" bagian bawah dengan mengambil :

$$\Sigma M_D = 0$$

dengan demikian t diketahui

biasanya kedalaman pemancangan pada pelaksanaan diambil sebesar :

$(t + 0{,}2\,t) = 1{,}2\,t$

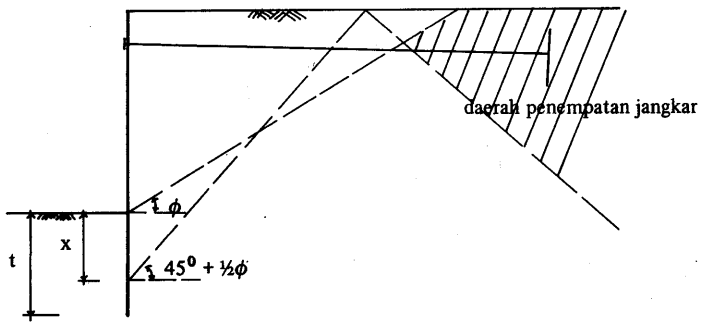
dimana : $P_{a1} = \frac{1}{2}\gamma(H + X)^2 . K_a . \cos\delta$

$P_{p1} = \frac{1}{2}\gamma . X^2 . K_p . \cos\delta$ dst.

Daerah penempatan jangkar :

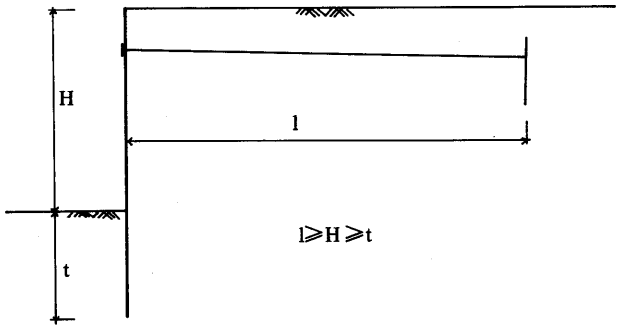
Pada umumnya jangkar harus diletakkan sedemikian sehingga dapat bekerja dengan efektif.

a. Untuk tanah tidak cohesi :



untuk turap perletakan bebas : X = t
untuk turap perletakan jepit : X = (2/3).t

b. Untuk tanah cohesi :



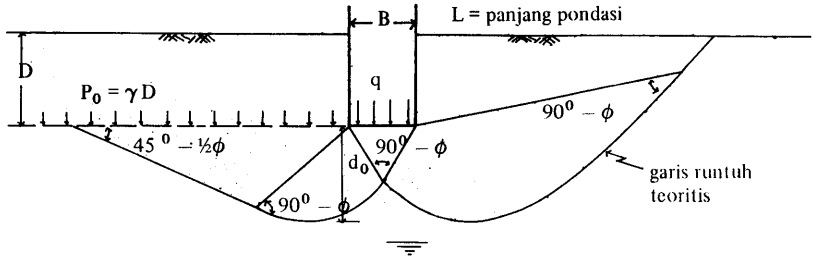
12

Pondasi

Pondasi Langsung.

Pondasi langsung kita gunakan , bila lapisan tanah pada dasar pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak tidak dalam.

* Daya dukung ijin tanah terhadap pondasi dangkal.



Kondisi yang dipenuhi :

1. D ≤ B
2. Tanah seragam sampai kedalaman $d_o > B$
3. Permukaan air tanah lebih rendah, sejauh> d_o dari dasar pondasi
4. Beban vertikal sentris
5. Geseran dan adhesi pada sisi verti kal pondasi diabaikan
6. Kondisi tanah dengan : c , ∂ , ∅

q_{ult} = daya dukung ijin tanah

Pada kondisi umum :

- Pondasi menerus :
  $q_{ult} = c.N_c + \gamma.D.N_q + \gamma.(B/2).N_\gamma$
- Pondasi persegi :
  $q_{ult} = c.N_c\,[1+0,3(B/L)] + \gamma.D.N_q + 0,4.\gamma.B.N_\gamma$
- Pondasi bulat, dengan R = jari-jari pondasi :
  $q_{ult} = 1,3.c.N_c + \gamma.D.N_q + 0,6.\gamma.R.N_\gamma$

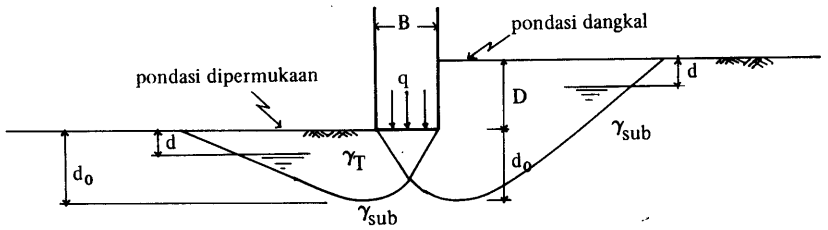
Pada kondisi tanah tidak bercohesi, c = 0

- Pondasi menerus :
  $q_{ult} = \gamma.D.N_q + \gamma.(B/2).N_\gamma$
- Pondasi persegi :
  $q_{ult} = \gamma.D.N_q + 0,4.B.N_\gamma.\gamma.$
- Pondasi bulat :
  $q_{ult} = \gamma.D.N_q + 0,6.R.N_\gamma.\gamma.$

Pada kondisi tanah cohesive, $\emptyset = 0$

- Pondasi menerus :
  $q_{ult} = c.N_c + \gamma.D.$
- Pondasi persegi :
  $q_{ult} = c.N_c\,[1+0,3.(B/L)] + \gamma.D.$
- Pondasi bulat :
  $q_{ult} = 1,3.c.N_c + \gamma.D.$

*Daya dukung ijin tanah dengan adanya pengaruh air tanah.



Kondisi yang dipenuhi :

1. **Permukaan air tanah adalah horizontal**
2. **Kehadiran air tanah tidak mempengaruhi tanah cohesi dengan $\emptyset = 0$**

Pondasi menerus :

- **Pondasi pada permukaan tanah :**
  $q_{ult} = c.N_c + [\gamma_{sub} + F(\gamma_T - \gamma_{sub})](B/2).N_\gamma$
- **Pondasi dangkal : $D \leqslant B$.**
  jika $d \leqslant D$
  $q_{ult} = c.N_c + [\gamma_{sub}.D + (\gamma_T - \gamma_{sub})d].N_q + 0,5.\gamma_{sub}.B.N_\gamma$
  jika $D < d \leqslant (D+d_o)$
  $q_{ult} = c.N_c + \gamma_T.D.N_q + [\gamma_{sub} + F(\gamma_T - \gamma_{sub})](B/2).N_\gamma$

Pondasi persegi :

- Pondasi pada permukaan tanah : D = 0
  $q_{ult} = c.N_c\,(1+0,3.B/L) + [\gamma_{sub} + F(\gamma_T - \gamma_{sub})].0,4.B.N_\gamma$
- Pondasi dangkal : $D \leqslant B$
  jika $d \leqslant D$
  $q_{ult} = c.N_c(1+0,3.B/L) + [\gamma_{sub}.D + (\gamma_T - \gamma_{sub})d]\,N_q + 0,4.\gamma_{sub}.B.N_\gamma$
  jika $D < d \leqslant (D+d_o)$
  $q_{ult} = c.N_c(1+0,3.B/L) + \gamma_T.D.N_q + [\gamma_{sub} + F(\gamma_T - \gamma_{sub})].0,4.B.N_\gamma$

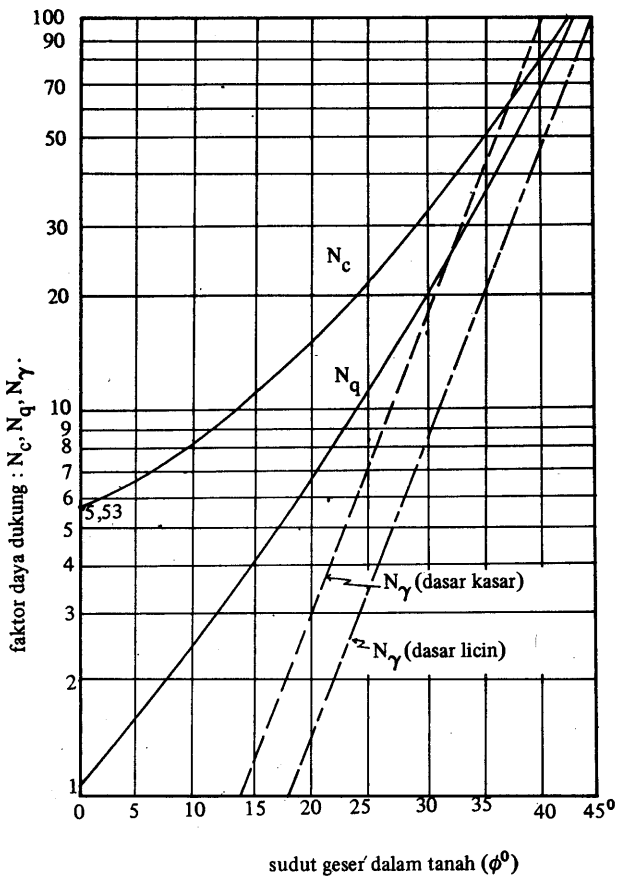
Pondasi bulat, (jari-jari pondasi = R = B/2) :

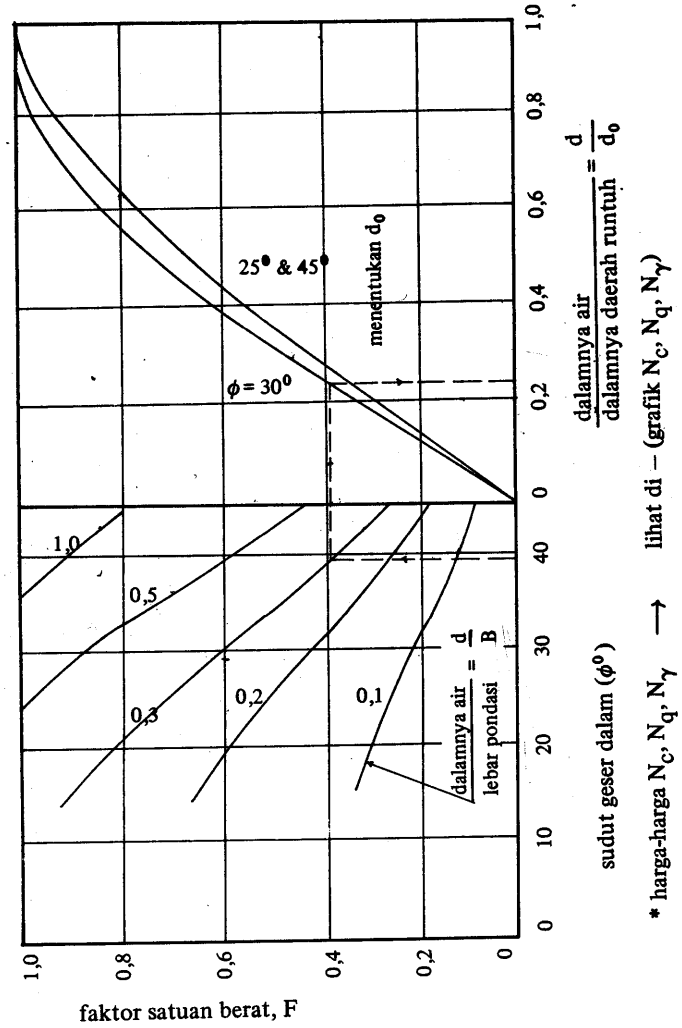
- Pondasi pada permukaan tanah : D = 0
  $q_{ult} = 1,3.c.N_c + [\gamma_{sub} + F(\gamma_T - \gamma_{sub})]\;0,6.R.N_\gamma$
- Pondasi dangkal : $D \leqslant B$.
  jika $d \leqslant D$,
  $q_{ult} = 1,3.c.N_c + [\gamma_{sub}.D + (\gamma_T - \gamma_{sub})d]\,N_q + 0,6.\gamma_{sub}.R.N_\gamma$
  jika $D < d \leqslant (D+d_o)$
  $q_{ult} = 1,3.c.N_c + \gamma_T.D.N_q + [\gamma_{sub} + F(\gamma_T - \gamma_{sub})]\;0,6.R.N_\gamma$

Satuan :

q_{ult}	(ton/m2)	c	(ton/m2)
B	(m)	γ	(ton/m3)
D	(m)	$\emptyset$	(derajat : .....^{o})
R	(m)		
L	(m)		

Grafik faktor daya dukung : N_c, N_q, N_γ.

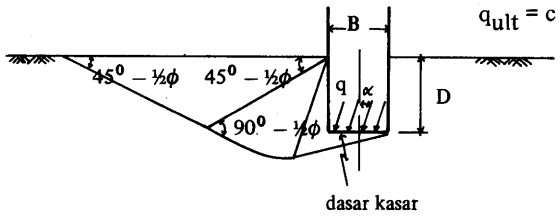




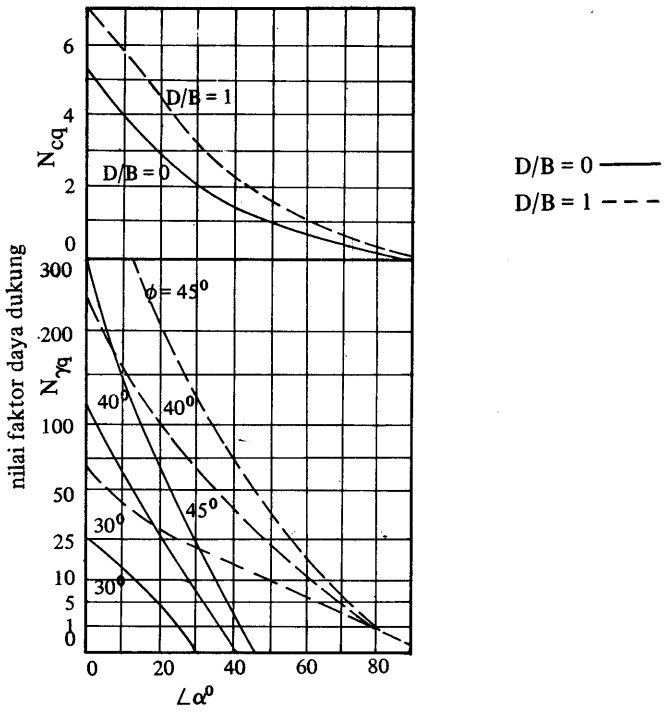
* harga-harga N_c, N_q, N_γ ⟶ lihat di – (grafik N_c, N_q, N_γ)

* Daya dukung ijin tanah, dengan adanya gaya miring.

– Gaya/beban miring dengan sudut α^0 .



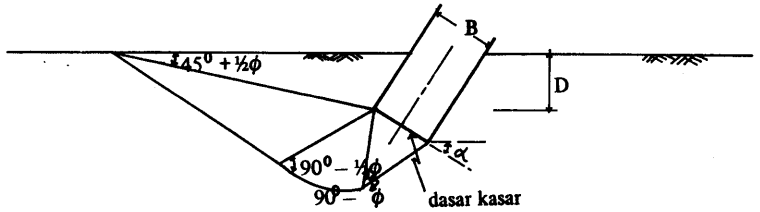
$$q_{ult} = c \cdot N_{cq} + \frac{\gamma \cdot B}{2} \cdot N_{\gamma q}$$

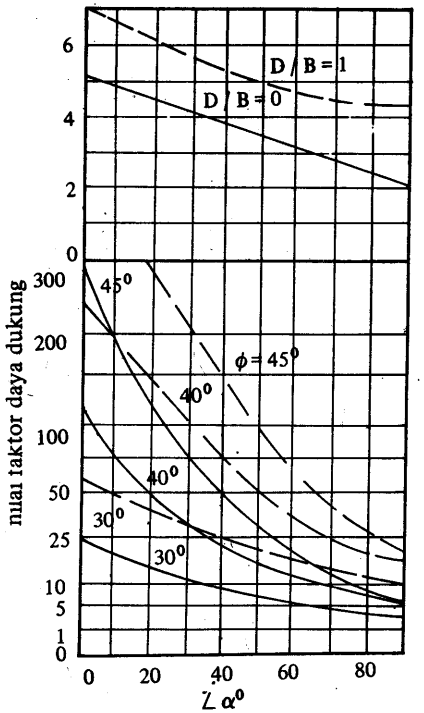


D/B = 0 ——

D/B = 1 – – –

– Gaya / beban dan pondasi miring dengan sudut α^0.





$$q_{ult} = c.N_{cq} + \frac{\gamma.B}{2} .N_{\gamma q}$$

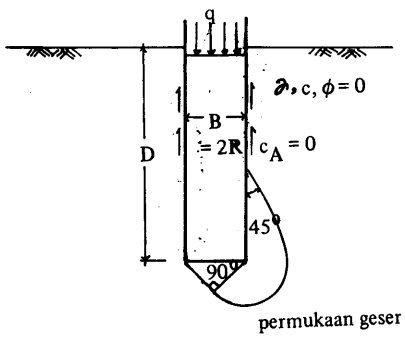
D / B = 0 ——

D / B = 1 – – –

Pondasi Dalam (Langsung) :

Pondasi dalam kita gunakan, bila lapisan tanah di dasar pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan, terletak cukup dalam, atau dengan pertimbangan adanya penggerusan, galian dekat pondasi dikemudian hari.

*Daya dukung ijin tanah, (tanah cohesive & seragam).



Kondisi yang dipenuhi :

1. Tanah seragam, minimum sampai kedalaman D dibawah dasar pondasi.
2. Dasar pondasi adalah kasar.
3. Adhesi antara sisi vertikal pondasi dan tanah diabaikan.
4. Beban vertikal sentris.

– Pondasi menerus :
$q_{ult} = c.N_{cc} + \partial . D$

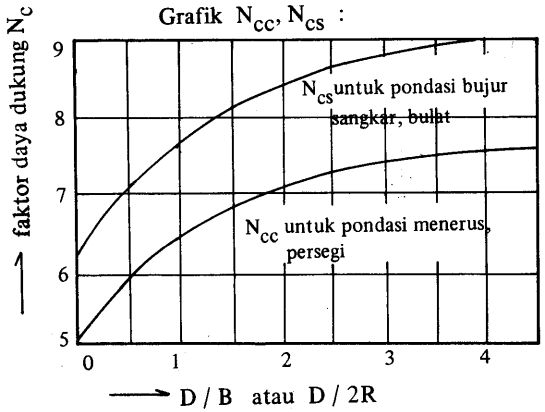
– Pondasi bujur sangkar :
$q_{ult} = c.N_{cs} + \partial . D$

– Pondasi bulat : R = B/2
$q_{ult} = c.N_{cs} + \partial .D$

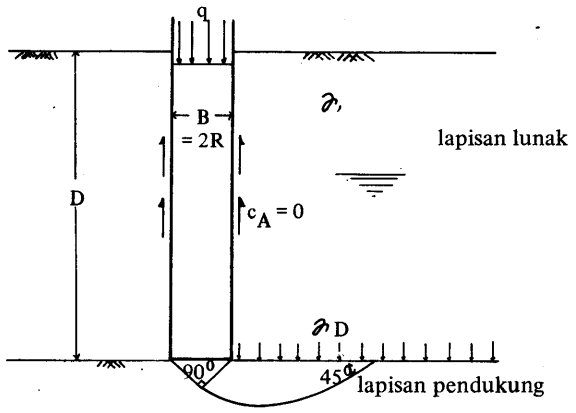
– Pondasi persegi :
$q_{ult} = c.N_{cr} + \partial .D$

$N_{cr} = N_{cc}[1+0,2(B/L)]$

Grafik N_{cc}, N_{cs} :



* Daya dukung ijin tanah,
(tanah cohesive & tanah di-sisi vertikal adalah lapisan lunak)



Kondisi yang dipenuhi :

Seperti pada tanah cohesive & seragam, hanya disini kekuatan dari lapisan lunak di abaikan .

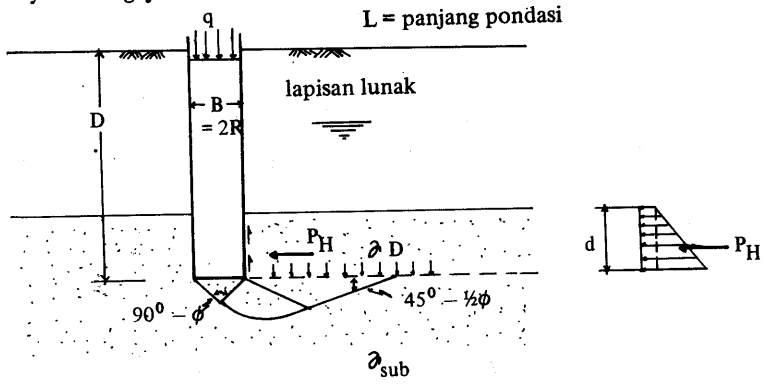
– Pondasi menerus :
$q_{ult} = c \, . \, N_c + \partial . \, D.$

– Pondasi bujur sangkar, bulat :
$q_{ult} = 1,3 \, . \, c.N_c + \partial .D.$

– Pondasi persegi :
$q_{ult} = c \, . \, N_c \, [\, 1 + 0,3 \, (B/L) \,] + \partial .D.$

Nilai faktor N_c , lihat grafik N_c , N_q , N_∂ .

* Daya dukung ijin tanah , (tanah tidak bercohesi)



– Pondasi menerus :

$$q_{ult} = \partial.D.N_q + \partial_{sub}.(B/2).N_\partial + \frac{2.P_H . tg\,\delta}{B}$$

– Pondasi persegi, bujur sangkar :

$$q_{ult} = \partial.D.N_q + 0{,}4 . \partial_{sub}.B.N_\partial + \frac{2(L+B)P_H . tg\,\delta}{B . L}$$

– Pondasi bulat :

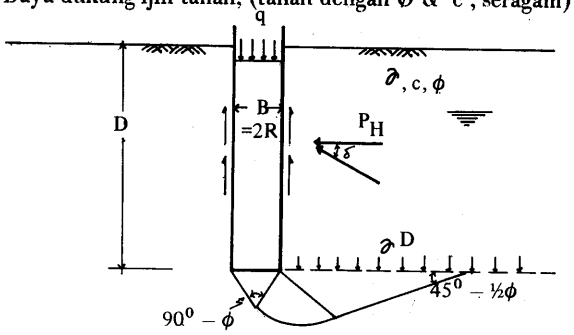
$$q_{ult} = \partial.D.N_q + 0{,}6 . \partial_{sub} . R . N_\partial + \frac{2.P_H . tg\,\delta}{R}$$

N_q , N_∂ , lihat grafik N_c , N_q , N_∂)

∂D : muatan dari lapisan tanah diatas dasar pondasi

P_H : resultante gaya horizontal setinggi d , per lebar pondasi

* Daya dukung ijin tanah, (tanah dengan $\emptyset$ & c , seragam)



– Pondasi menerus :

$$q_{ult} = c.N_c + \partial.D.N_q + \partial.(B/2).N_\partial + \frac{2(c_A.D + P_H.tg\,\delta)}{B}$$

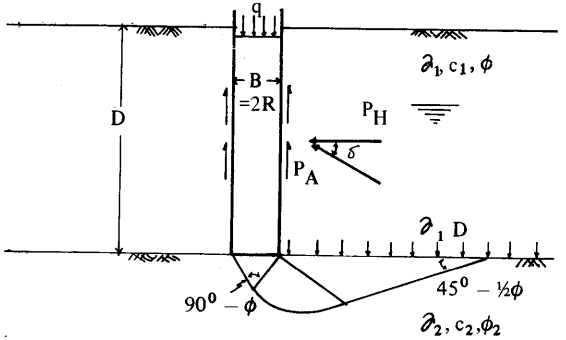
– Pondasi persegi :

$$q_{ult} = c.N_c\,(1+0{,}3 . B/2) + \partial.D.N_q + 0{,}4\,\partial.B.N_\partial + \frac{2(L+B)(c_A.D+P_H.tg\,\delta)}{B.L}$$

– Pondasi bulat :

$$q_{ult} = 1{,}3 . N_c + \partial.D.N_q + 0{,}6 . \partial.R.N_\partial + \frac{2(c_A.D + P_H.tg\,\delta)}{R}$$

* Daya dukung ijin tanah, (dengan $\emptyset$ & c, berlapis lapis)



– Pondasi menerus :

$$q_{ult} = c_2 . N_{c2} + \partial_1.D.N_{q2} + \partial_2.(B/2).N_{\partial 2} + \frac{2(c_A.D + P_H.tg\,\delta)}{B}$$

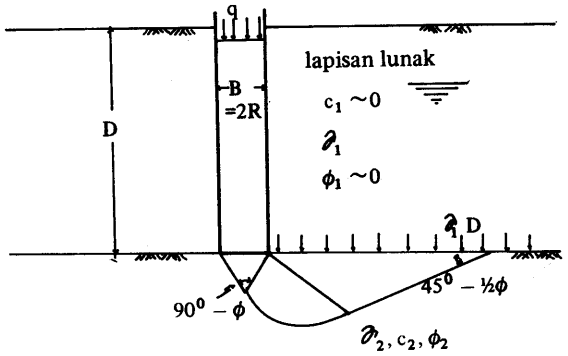
– Pondasi persegi :

$$q_{ult} = c_2.N_{c2}\,[1 + 0{,}3(B/L)] + \gamma_1.D.N_{q2} + 0{,}4.\gamma_2.B.N_{\gamma 2} + \frac{2(L+B)(c_A.D + P_H.tg\delta)}{B\,.\,L}$$

– Pondasi bulat :

$$q_{ult} = 1{,}3.c_2.N_{c2} + \gamma_1.D.N_{q2} + 0{,}6.\gamma_2.R.N_{\gamma 2} + \frac{2(c_A.D + P_H.tg\,\delta)}{R}$$

* Daya dukung ijin tanah, (dengan ϕ & c , di lapisan lunak).



– Pondasi menerus :

$$q_{ult} = c_2.N_{c2} + \gamma_1.D.N_{q2} + \gamma_2.(B/2).N_{\gamma 2}$$

– Pondasi persegi :

$$q_{ult} = c_2.N_{c2}\,[1+0{,}3(B/L)] + \gamma_1.D.N_{q2} + 0{,}4\,.\gamma_2.B.N_{\gamma 2}$$

– Pondasi bulat :

$$q_{ult} = 1{,}3\,.c_2.N_{c2} + \gamma_1.D.N_{q2} + 0{,}6\,.\gamma_2.R.N_{\gamma 2}$$

N_c , N_q . N_γ , lihat grafik N_c , N_q , N_γ

P_H = resultante tekanan tanah horizontal per m' lebar pondasi
c_A = adhesi pada sisi vertikal pondasi
L = panjang pondasi
γD = muatan akibat lapisan tanah diatas dasar pondasi

Satuan :

q_{ult}	(ton/m2)	γ	(ton/m3)
c	(ton/m2)	B	(m)
c_A	(ton/m2)	R	(m)
L	(m)	D	(m)

Pondasi Tiang Pancang :

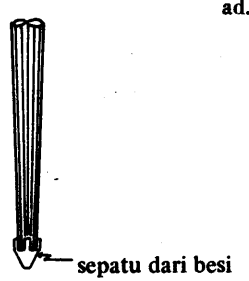
Tiang pancang digunakan, bila lapisan tanah yang mampu mendukung beban tertentu tu, letaknya terlalu dalam.

Tiang pancang dapat terbuat dari :

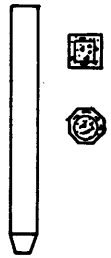
1. Kayu
2. Beton pracetak
3. Beton injeksi
4. Baja profil
   Baja bulat
5. Beton dengan pengisi/penguat profil baja
6. Beton cetak di tempat

Contoh-contoh tiang pancang :

ad. 1.

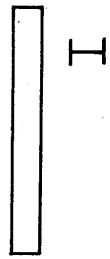


ad.2.

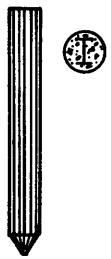


ad.3

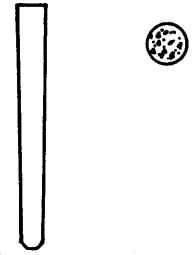
ad. 4.



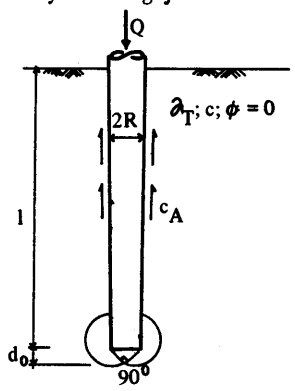
ad.5.



ad.6.



* Daya dukung ijin tanah terhadap tiang pancang, (tanah cohesive)



Air tanah dianggap tidak berpengaruh terhadap Q_{ult}

– Daya dukung ijin :

$Q_{ult} = c.N_{cs}.\pi.R^2 + c_A.2.\pi.R.l$

= (tahanan ujung tiang) + (pelekatan antara tiang dengan tanah).

– Daya tarik ijin :

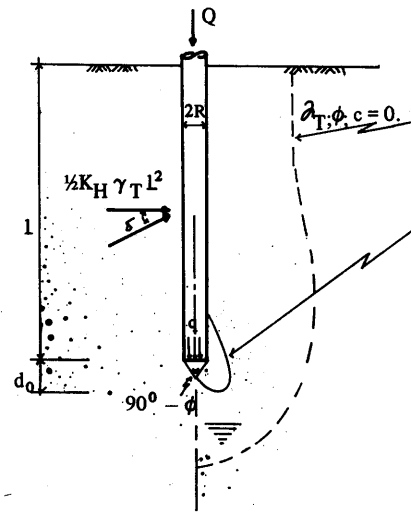
$T_{ult} = c_A . 2 . \pi . R . l$

Harga faktor N_{cs} . lihat (grafik N_{cc} , N_{cs})

*Nilai-nilai cohesi dan adhesi :

Jenis tiang	Kepadatan tanah	cohesi : c (t/m2)	adhesi : c_A (t/m2)
Kayu dan beton	lunak sekali	0 – 1,25	0 – 1,25
	lunak	1,25 – 2,50	1,25 – 2,30
	agak kenyal	2,40 – 4,80	2,30 – 3,60
	kenyal	4,80 – 9,60	3,60 – 4,60
	kenyal sekali	9,60 – 19,2	4,60 – 6,20
Baja	lunak sekali	0 – 1,25	0 – 1,25
	lunak	1,25 – 2,40	1,25 – 2,20
	agak kenyal	2,40 – 4,80	2,20 – 3,40
	kenyal	4,80 – 9,60	3,40 – 3,50
	kenyal sekali	9,60 – 19,2	3,50 – 3,70

* Daya dukung ijin tanah terhadap tiang pancang, (tanah tidak cohesive).



batas daerah yang menjadi lebih padat akibat adanya pemasukan tiang pancang (daerah pengaruh)

daerah plastis

s = keliling rata-rata

A_p = luas ujung tiang

Ketentuan :

Q_{ult} = daya dukung ijin

q = daya dukung ijin pada ujung

K_H = perbandingan tekanan tanah horizontal terhadap vertikal pada sisi vertikal tiang diatas daerah plastis , (rata-rata 0,5 bila $\phi = 30^o$ dan 1,0 bila $\phi = 45^o$).

K_B = perbandingan tekanan tanah horizontal terhadap vertikal pada sisi vertikal tiang di dalam daerah plastis.

ϕ_1 = sudut geser dalam pada daerah pengaruh sekitar ujung tiang, (umumnya 4° sampai dengan $5^o \geq \phi$)

– Air tanah dibawah, (d_o) :

$Q_{ult} = q.A_p [(K_H/2) . \partial_T . l^2 . tg \delta] s$

$q = \partial_T.R.N_\gamma + K_B . \partial_T . l . N_q - \partial_T . l$; untuk $l \geq 20R$

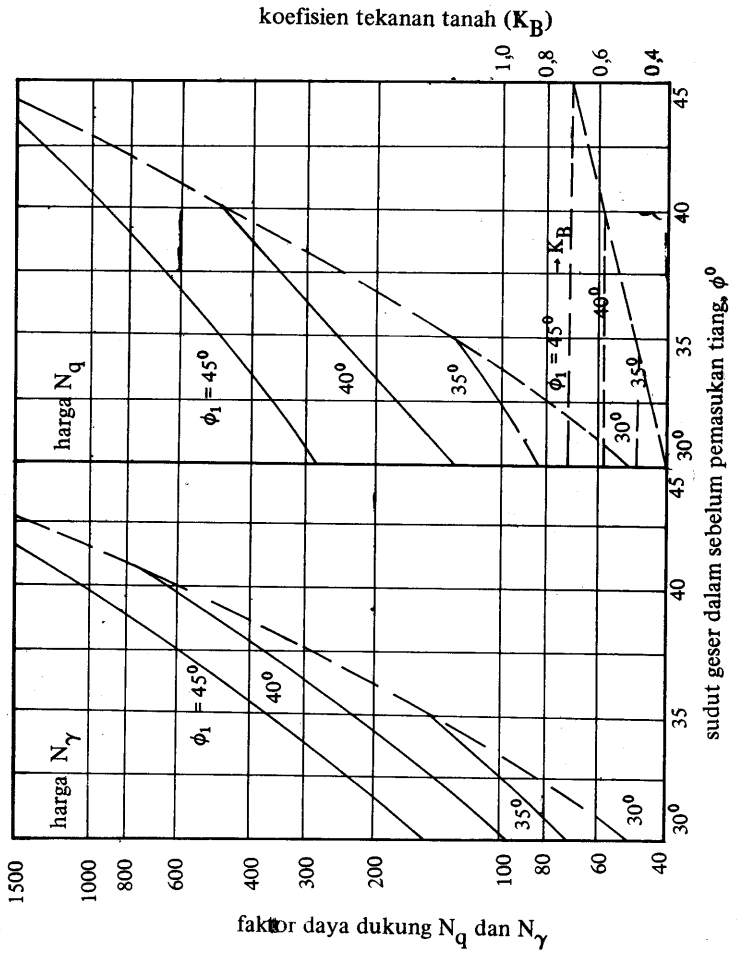
$q = (l/20R)(\partial_T.R.N_\gamma + K_B.\partial_T.l.N_q) - \partial_T . l$; untuk $l < 20R$

– Pengaruh air :

- Air sampai dipermukaan, ganti ∂_T dengan ∂_{sub} pada persamaan Q_{ult} .
- Permukaan air diantara permukaan tanah dan ujung tiang, adakan interpolasi harga dari kedua Q_{ult} , (antara Q_{ult} air tanah dibawah ujung tiang & air tanah dipermukaan tanah).

Daya tarik ijin :

$$T_{ult} = s\left(\frac{K_H}{2} \cdot \gamma_T \cdot l^2 \cdot tg\delta\right) \quad ; \quad \text{Satuan : } Q \text{ (ton)}, \; q \text{ (ton/m2)}, \; A_p \text{ (m2)}, \; s \text{ (m)}$$



* Kelompok Tiang.

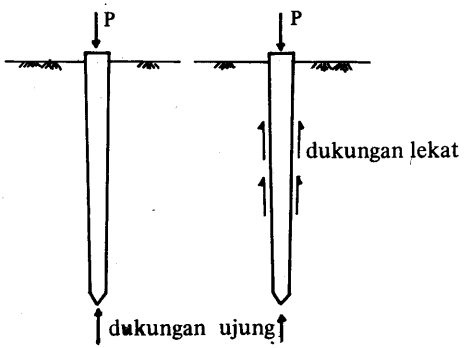
Jika beban yang harus dipikul cukup besar, maka biasanya suatu pondasi merupakan kelompok yang terdiri lebih dari satu tiang. Kelompok tiang ini secara bersama-sama memikul beban tersebut.

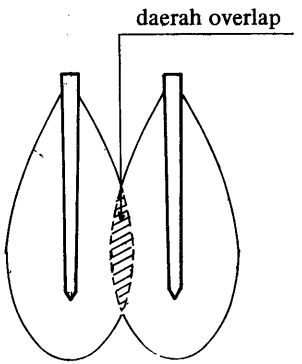
Yang menjadi persoalan adalah tinggal berapa persenkah daya dukung pribadi dari masing-masing tiang dalam kelompok tersebut, yaitu yang disebut efisiensi kelompok tiang.

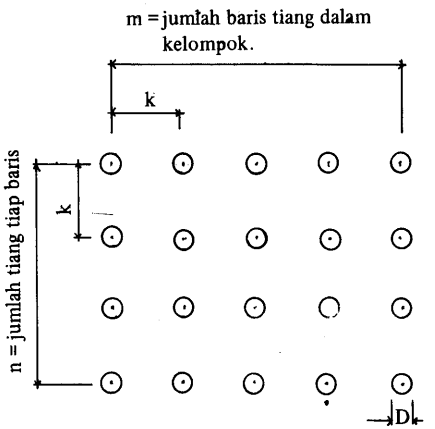
Berdasarkan pertimbangan efektivitas, maka jarak tiang satu sama lainnya dalam kelompok diambil minimal 1,5D dan maksimal 3,5D (D = diameter tiang).

Dengan demikian kita tidak bisa menghindari adanya overlap daerah daya dukung tanah pada tiang, sehingga harus diperhitungkan efisiensi kelompok tiang.

Untuk tiang yang bersifat tahanan ujung tidak (begitu) berpengaruh, tapi pada tiang dengan dukungan lekat (friction), pengaruhnya cukup besar.







k = jarak tiang
D = diameter tiang

Efisiensi kelompok tiang pancang.

Rumus Converse – Labarre :

$$E = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90.m.n}$$

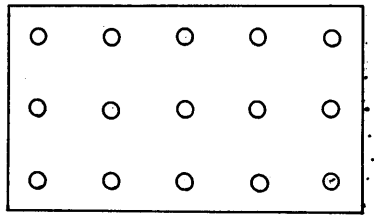
dimana ;

θ = arc tg $(^{D}/_{k})$, (derajat)

m = jumlah tiang dalam suatu jurusan

n = jumlah tiang dalam arah lain

Contoh :



D = 40 cm.
k = 100 cm.
m = 5.
n = 3.

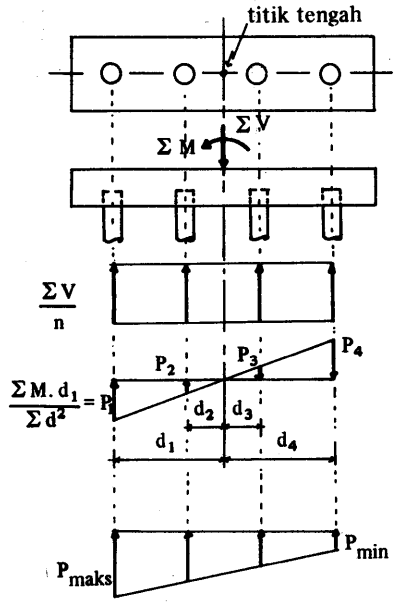
θ = arc tg $(^{D}/_{k})$ = arc tg $(^{40}/_{100})$ = 21,8°

$$E = 1 - 21{,}8\left[\frac{(3-1)5 + (5-1)3}{90.5.3}\right]$$

$$= 0{,}6447$$

Jadi : daya dukung setiap tiang dalam kelompok = 0,6447 kali daya dukung tiang pribadi.

Pondasi tiang pancang yang memikul gaya vertikal/horizontal dan momen satu arah.



$\Sigma M = P_1d_1 + P_2d_2 + P_3d_3 + P_4d_4$

$P_1/d_1 = P_2/d_2 = P_3/d_3 = P_4/d_4$

$P_2 = P_1.d_2/d_1$

$P_3 = P_1.d_3/d_1$

$P_4 = P_1.d_4/d_1$

$\Sigma M = P_1.d_1^2/d_1 + P_1.d_2^2/d_1 + P_1.d_3^2/d_1 + P_1.d_4^2/d_1$

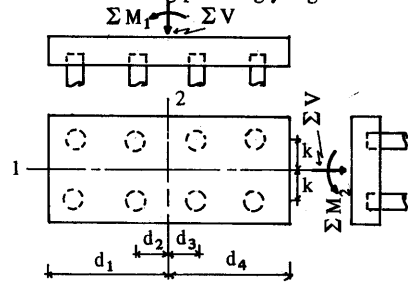
$$P_1 = \frac{\Sigma(M.d_1)}{d_1^2+d_2^2+d_3^2+d_4^2} = \frac{\Sigma(M.d_1)}{\Sigma d^2}$$

P akibat V dan M :

$$P = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{\Sigma(M.d_i)}{\Sigma d^2}$$

dimana ; P = reaksi tiang
ΣV = jumlah beban vertikal
ΣM = jumlah momen = ΣV.e
n = jumlah tiang
i = 1, 2, 3, 4, ...
e = eksentrisitas

– Pondasi tiang pancang yang menahan momen dua arah.



$$P = \frac{\Sigma V}{n} \pm \frac{\Sigma M_1.d_i}{\Sigma d^2} \pm \frac{\Sigma M_2.k_i}{\Sigma k^2}$$

$\Sigma d^2 = 2(d_1^2+d_2^2+d_3^2+d_4^2)$

$\Sigma k^2 = 4(k^2 + k^2)$.

13

Muatan/Beban

Iktisar muatan-muatan yang tercantum di-buku ini mengikuti "Peraturan Muatan Indonesia" 1970.

* 1. Muatan mati/tetap ialah semua muatan yang berasal dari berat bangunan dan /atau unsur bangunan, termasuk segala unsur tambahan yang merupakan satu kesatuan dengannya.

2. Muatan hidup/berguna/bergerak/tidak tetap ialah semua muatan tidak tetap, kecuali muatan angin, muatan gempa dan pengaruh-pengaruh khusus yang misalnya selisih suhu, susut dan lain-lain.

* Ketentuan pembebanan

Muatan mati, dinyatakan dengan huruf	a.
Muatan hidup, dinyatakan dengan huruf	b.
Muatan angin, dinyatakan dengan huruf	c.
Muatan gempa, dinyatakan dengan huruf	d.
Pengaruh-pengaruh khusus, dinyatakan dengan huruf	e.

– Kombinasi pembebanan yang harus ditinjau :

A.	Kombinasi pembebanan tetap	a + b
B.	Kombinasi pembebanan sementara	a + b + c a + b + d

C. Kombinasi pembebanan khusus A + e
B + e

* Muatan mati.
Berat sendiri bahan-bahan bangunan dan konstruksi :

Bahan-bahan bangunan : (kg/ m3).

Pasir (kering udara sampai lembab) 1600
Pasir (jenuh air) 1800
Kerikil (kering udara sampai lembab, tidak diayak) 1650
Pasir kerikil (kering udara sampai lembab) 1850
Batu pecah (tidak diayak) 1450
Batu karang (berat tumpuk) 700
Batu belah, batu gunung dan batu bulat (berat tumpuk) 1500
Tanah, tanah liat dan tanah geluh (kering udara sampai lembab) 1700
Tanah, tanah liat dan tanah geluh (basah) 2000
Batu alam 2600
Beton ¢) 2200
Beton bertulang ¢) 2400
Pasangan batu bata 1700
Pasangan batu belah, batu gunung dan batu bulat 2200
Pasangan batu karang 1450
Besi tuang 7250
Baja 7850
Tanah hitam 11400
Tembaga 8400
Aluminium 2800
Basalt 3000
Granit 2800

¢) Perbedaan susunan dan cara pembuatannya memungkinkan mendapat harga yang berlainan.

Konstruksi : (kg/m2).

Lantai kayu sederhana dengan balok kayu, tanpa langit-langit dengan bentang maksimum 5 m dan untuk muatan hidup paling tinggi 200 kg/m2 40

Langit-langit dan dinding (termasuk rusuk-rusuknya, tetapi tanpa penggantung langit-langit atau pengaku) terdiri dari :
a. semen asbes (eternit dan bahan lain sejenis), dengan tebal maksimum 4 mm 11

~ Gypsum 11 kg/m² ~ Grid Ceiling Color board 12 kg/m²
~ Fiber semen 7,8 kg/m² ~ " Aluminium 4,3 kg/m²
~ Polycarbonate 3,3 kg/m² ~ Genteng 6-7 kg/m²

b. kaca, dengan tebal 3—4 mm 10

Penggantung langit-langit (dari kayu), dengan bentang maksimum 5 m dan jarak s.k.s. minimum 0,80 m 7

Adukan, pr—cm tebal :
a. dari semen 21
b. dari kapur, tras atau semen merah 17

Dinding-dinding batu bata :
a. satu batu 450
b. setengah batu 250

Penutup lantai dariubin semen portland, teraso dan beton, tanpa adukan, per-cm tebal 24

Aspal, termasuk bahan-bahan mineral penambah, per-cm tebal 14

Penutup atap genting dengan reng dan usuk/kaso per m2 bidang atap 50

Penutup atap seng gelombang (BWG 24) tanpa gordeng/gulung-gulung 10

Penutup atas sirap dengan reng dan usuk/kaso, per m2 bidang atap 40

Semen asbes gelombang (tebal 5mm) 11

* Muatan hidup

Muatan hidup pada lantai bangunan :

a. Lantai dan tangga rumah tinggal, kecuali yang disebut dalam b 200
b. Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana dan gudang-gudang tidak penting, yang bukan untuk toko atau ruang kerja 150
c. Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, restoran, hotel dan asrama 250
d. Lantai ruang olah-raga 400
e. Tangga, bordes tangga dan gang dari yang disebut dalam c 300
f. Lantai ruang dansa 500
g. Lantai dan balkon-dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan, tidak termasuk yang disebut dalam a sampai dengan f, seperti gereja, ruang konser, ruang pertunjukan, ruang rapat, bioskop, dan sebagainya, juga panggung penonton dengan tempat duduk tetap 400
h. Panggung penonton tempat berdiri atau dengan tempat duduk tidak tetap 500

i. Tangga, bordes tangga, lantai dan gang dari ruang-ruang yang disebut dalam d, f, g dan h ..... .500
j. Lantai ruang pelengkap dari ruang-ruang yang disebut dalam c,d,f dan g. .250
k. Untuk lantai-lantai : ruang kerja, gudang, garasi, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan mesin, dan lain-lain muatan hidup harus ditentukan tersendiri, sesuai dengan muatan hidup maksimum yang dapat diharapkan, akan tetapi tidak boleh kurang dari 400
l. Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus di perhitungkan terhadap muatan hidup dari lantai dalam yang berbatasan, dengan minimum .... .300

* Muatan angin

– Tekanan angin :

1. Pada umumnya tekanan tiup angin harus diambil minimum 25 kg/m2.
2. Tekanan tiup di laut dan tepi laut sampai sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum 40 kg/m2.
3. Untuk daerah-daerah di dekat laut dan daerah-daerah lain tertentu, dimana terdapat kecepatan-kecepatan angin yang mungkin menghasilkan tekanan tiup yang lebih besar dari pada yang ditentukan dalam 1, dan 2, tekan tiup (p) harus dihitung sebagai berikut :

$$p = \frac{V^2}{16}. \text{ (kg/m2)}$$

dimana : V = kecepatan angin, (m/detik)

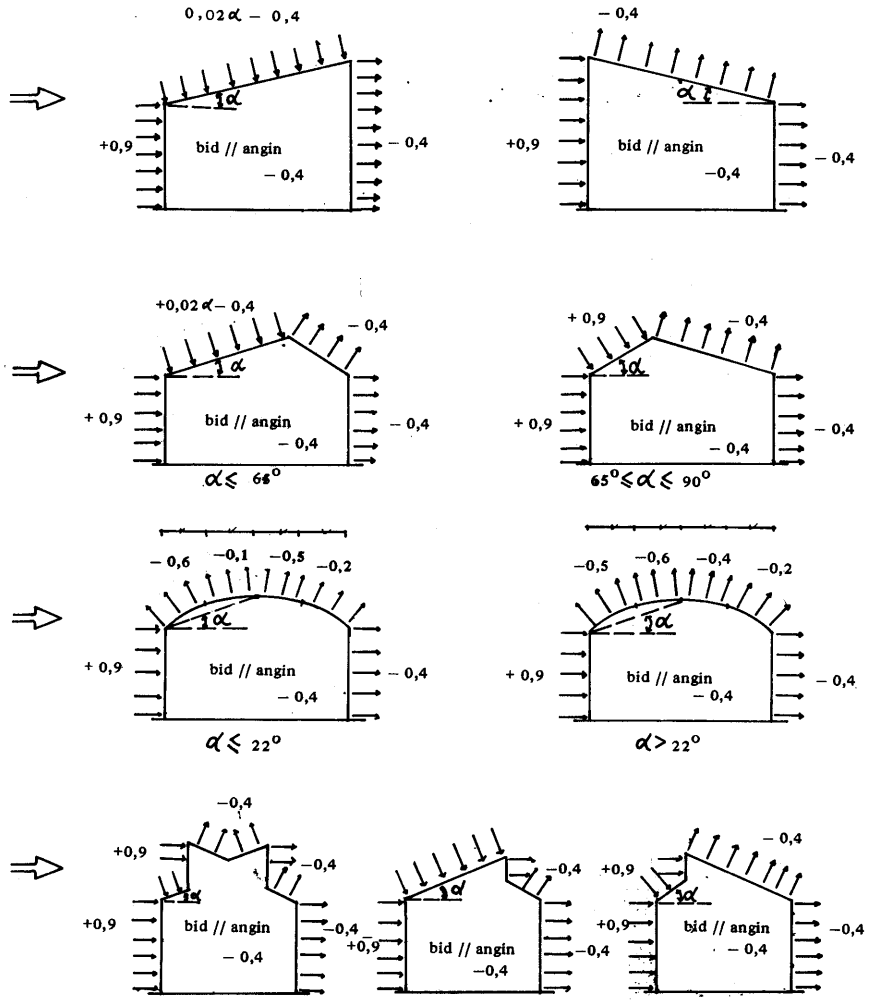
4. Pada cerobong, tekanan tiup dalam kg/m2 harus ditentukan dengan rumus:

$$(42{,}5 + 0{,}6 \cdot h_t)$$

dimana : h_t = adalah tinggi cerobong seluruhnya dalam m, diukur dari lapangan yang berbatasan.

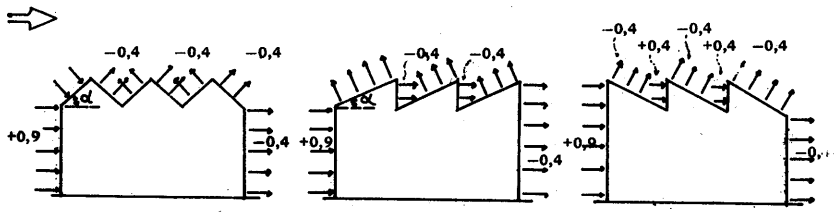
– Koefisien angin dalam bagan :

Bangunan tertutup :



Untuk bidang-bidang atap dipihak angin :

$\alpha < 65^\circ$ ---) $(+0{,}2\alpha - 0{,}4)$; $65^\circ < \alpha < 90^\circ$ ---) + 0,9

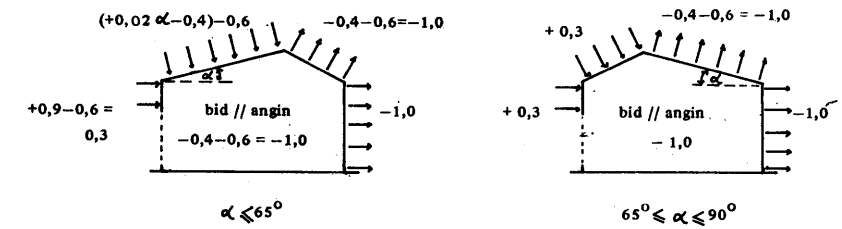


bid // angin -- 0,4

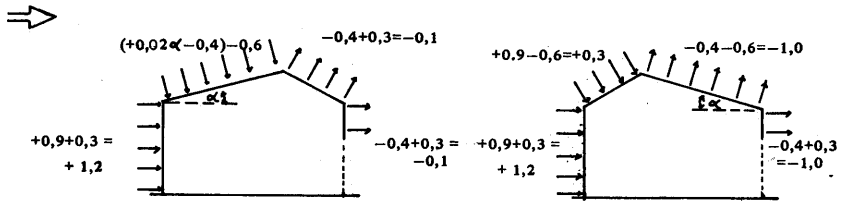
untuk bidang-bidang atap dipihak angin :

$\alpha < 65^o$ ---) $(+0{,}2\alpha - 0{,}4)$; $65^o < \alpha < 90^o$ ---) + 0,9

Bangunan terbuka sebelah :



$\alpha \leqslant 65^o$ $\qquad$ $65^o \leqslant \alpha \leqslant 90^o$



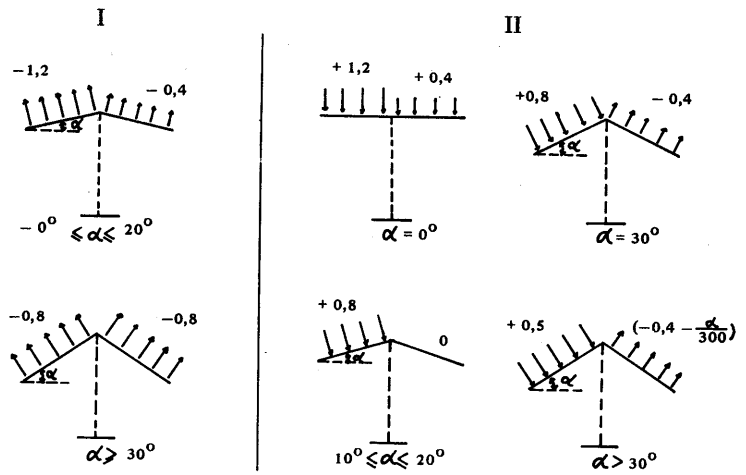
$\alpha \leqslant 65^o$ $\qquad$ $65^o \leqslant \alpha \leqslant 90^o$

bid // angin $\qquad$ bid // angin

$-0{,}4 + 0{,}3 = -0{,}1$ $\qquad$ $-0{,}4 + 0{,}3 = -0{,}1$

Atap pelana biasa tanpa dinding :

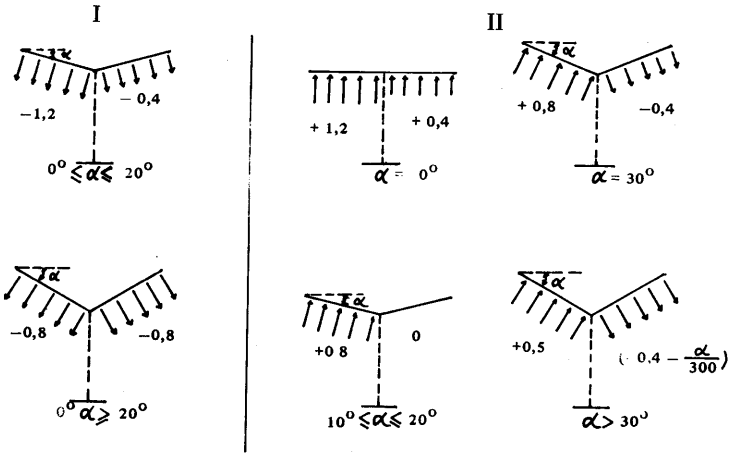
diperhitungkan menurut keadaan yang paling berbahaya diatara 2 cara (cara I dan II).



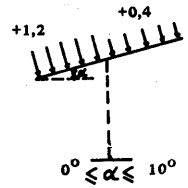
(untuk α yang terdapat diantaranya, diadakan interpolasi linier)

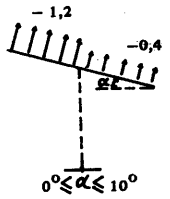
Atap pelana terbalik tanpa dinding :

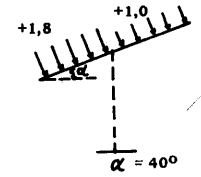
diperhitungkan menurut keadaan yang paling berbahaya diantara 2 cara (cara I dan II)

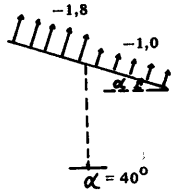


Atap miring sepihak tanpa dinding :

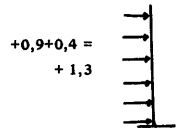




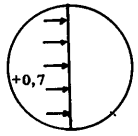




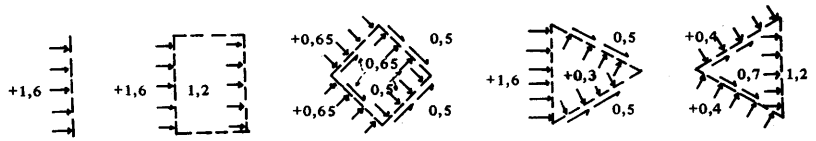
Dinding yang berdiri bebas



Cerobong dengan penampang lingkaran



Konstruksi rangka



14

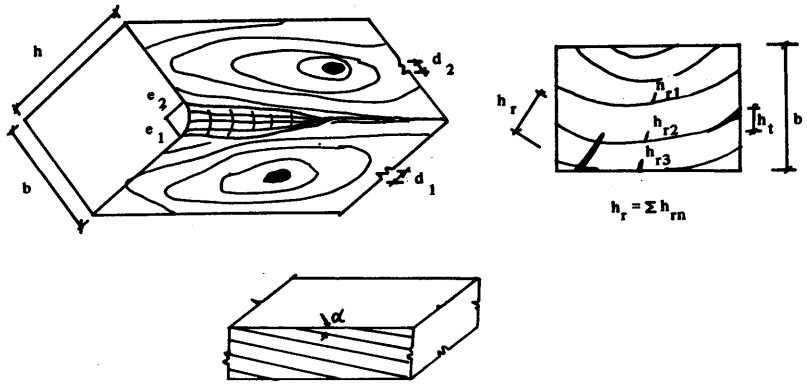
Konstruksi Kayu

Ketentuan-ketentuan dan rumus-rumus yang ada pada Bab ini, kami sajikan dengan memperhatikan syarat-syarat menurut P.K.K.I. N.I. – 5.

* Mutu kayu dibagi menjadi dua jenis : (PKKI Bab II).

1. Kayu bermutu A.
2. Kayu bermutu B.

	Mutu A		Mutu B
a.	Kadar lengas : kering udara (12–18%, rata-rata 15%)	a.	Kadar lengas : ≤ 30%
b.	Mata kayu : $d_1 \leq 1/6b$; $d_2 \leq 1/6.b$ $d_1 \leq 3{,}5$ cm ; $d_2 \leq 3{,}5$ cm	b.	Mata Kayu : $d_1 \leq ¼.b$; $d_2 \leq ¼.b$ $d_1 \leq 5$ cm ; $d_2 \leq 5$ cm
c.	Wanvlak : $e_1 \leq 1/10.b$; $e_2 \leq 1/10.h$	c.	Wanvlak : $e_1 \leq 1/10.b$; $e_2 \leq 1/10.h$
d.	Miring arah serat : $tg\alpha \leq 1/10$	d.	Miring arah serat : $tg\alpha \leq 1/7$
e.	Retak-retak : $h_r \leq ¼.b$; $h_t \leq 1/5.b$	e.	Retak-retak : $h_r \leq 1/3.b$; $h_t \leq ¼.b$



* Kelas kayu menurut kekuatan :

Kelas kuat	Berat Jenis kering udara	Kekuatan lentur mutlak (kg/cm2)	Kekuatan tekan mutlak (kg/cm2
I	⩾ 0,90	⩾ 1100	⩾ 650
II	0,90 – 0,60	1100 – 725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	⩽ 0,30	⩽ 360	⩽ 215

a. Tegangan yang dipergunakan untuk kayu mutu A :

	Kelas kuat					Jati (Tectonagrandis)
	I	II	III	IV	V	
$\bar{\sigma}_{lt}$ (kg/cm2)	150	100	75	50	–	130
$\bar{\sigma}_{tk}$ // = $\bar{\sigma}_{tr}$ // (kg/cm2)	130	85	60	45	–	110
$\bar{\sigma}_{tk}\perp$ (kg/cm2)	40	25	15	10	–	30
$\bar{\tau}$ // (kg/cm2)	20	12	8	5	–	15

b. Korelasi tegangan yang di perkenankan untuk kayu mutu A :

$$\left.\begin{array}{rl} \bar{\sigma}_{lt} & = 170\ g \\ \bar{\sigma}_{tk}\ // = \bar{\sigma}_{tr}\ // & = 150\ g \\ \bar{\sigma}_{tk}\perp & = 40\ g \\ \bar{\tau}\ // & = 20\ g \end{array}\right\}$$

g = berat jenis kayu kering udara.

$\bar{\sigma}_{lt}$ = tegangan ijin untuk lentur
$\bar{\sigma}_{tk//}$ = tegangan ijin sejajar serat untuk tekanan
$\bar{\sigma}_{tr//}$ = tegangan ijin sejajar serat untuk tarik
$\bar{\sigma}_{tk\perp}$ = tegangan ijin tegak lurus serat untuk tekan
$\bar{\tau}//$ = tegangan ijin sejajar serat untuk geser

harga-harga diatas berlaku untuk konstruksi yang terlindung dan yang menahan muatan tetap.

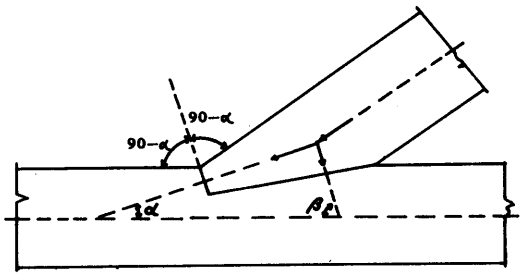
Untuk kayu bermutu B, angka-angka tersebut harus di kalikan dengan faktor 0,75 Dengan adanya pengaruh keadaan konstruksi dan muatan, maka angka-angka tersebut harus dikalikan dengan :

1. faktor 2/3.
   – Untuk konstruksi yang selalu terendam dalam air.
   – Untuk bagian konstruksi yang tidak terlindung dan kemungkinan besar kadar lengas kayu akan selalu tinggi
2. faktor 5/6.
   – Untuk konstruksi yang tidak terlindung, tetapi kayu itu dapat mengering dengan cepat.
3. faktor 5/4.
   – Untuk bagian konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan muatan angin.
   – Untuk bagian-bagian konstruksi yang tegangannya diakibatkan oleh muatan tetap dan muatan tidak tetap.

* Untuk bagian-bagian yang arah gayanya membentuk sudut α dengan arah serat kayu, maka tegangan yang diperkenankan harus dihitung menurut PKKI sebagai berikut :

$$\bar{\sigma}_{tk\alpha} = \bar{\sigma}_{tk//} - (\bar{\sigma}_{tk//} - \bar{\sigma}_{tk\perp}) \sin \alpha$$

$\bar{\sigma}$ = tegangan kayu yang diperkenankan.
tk = tekan
α = sudut antara arah gaya dan arah serat kayu.



* Untuk bagian-bagian konstruksi yang terbuat dari besi/baja, tegangan-tegangan yang diperkenankan untuk tarikan, tekanan, lenturan ialah 1200 kg/cm2. Untuk batang-batang baut dan anker, hanya boleh diambil 1000 kg/cm2, sedangkan tegangan geser yang diperkenankan diambil 800 kg/cm2, untuk baut pas dan 600 kg/cm2 untuk baut biasa.

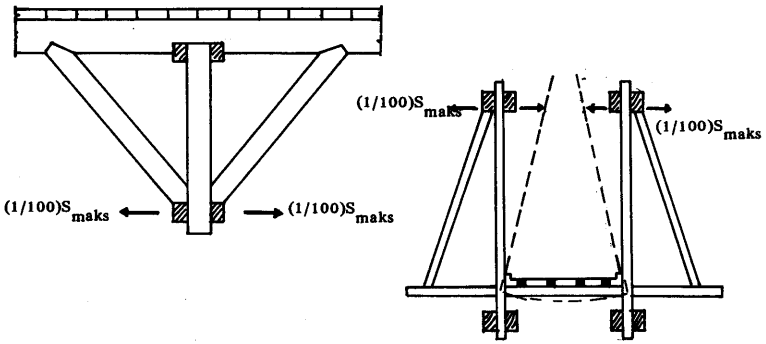
* Dalam perhitungan perubahan bentuk elastis, maka modulus kenyal kayu sejajar serat dapat diambil sebagai berikut :

Kelas kuat kayu	E // (kg/cm2)
I	125.000
II	100.000
III	80.000
IV	60.000

* – Pada batang tarik bagian-bagian konstruksi yang dibebani dengan tegangan lentur, pelemahan-pelemahan akibat lubang-lubang untuk alat-alat penyambung dan lain-lainnya harus diperhitungkan. ($\longrightarrow F_{netto}$)
  – Untuk batang yang menahan tegangan tekan, perlemahan akibat alat-alat penyambung tidak perlu di perhitungkan. ($\longrightarrow F_{brutto}$)

  Tetapi apabila di dalam kenyataannya pada batang-batang kayu tersebut terdapat lubang-lubang yang tidak tertutup, maka lubang-lubang tersebut harus di perhitungkan sebagai pelemahan. ($\longrightarrow F_{netto}$)

* Batang tekan.
  – Untuk batang yang menahan tegangan tekan, panjang tekuk (l_k) harus di ambil sebesar jarak antara dua titik yang berturutan yang bebas tekukan. Bagian konstruksi yang akan menghindarkan tekukan, harus diperhitungkan terhadap gaya dalam arah tekukan tersebut sebesar 1% dari gaya tekan yang terbesar yang bekerja pada batang-batang disampingnya.



– Yang disebut angka kelangsingan (λ) ialah :

$$\lambda = l_k / i_{min} ,$$

dimana ; $i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{F_{br}}}$

l_k = panjang tekuk

i_{min} = jari-jari inersia / lembam minimum

I_{min} = momen inersia / lembam minimum

F_{br} = luas tampang batang brutto

tiap-tiap batang tertekan harus mempunyai $\lambda \leq 150$

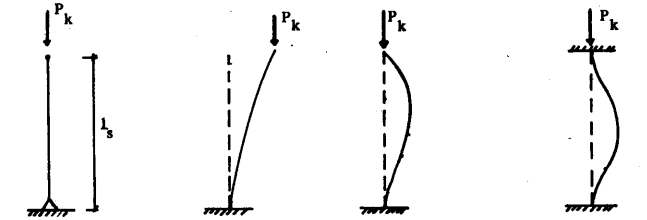
– Untuk menghindarkan banyak tekuk pada batang tertekan, gaya yang dita - han oleh batang itu harus dikalikan dengan faktor tekuk ω , sehingga :

$$\sigma = \frac{S \cdot \omega}{F_{br}} \leq \sigma_{tk//}$$

σ = tegangan yang timbul
S = gaya yang timbul pada batang
ω = faktor tekuk

– Rumus-rumus tekuk Euler :

$$P_k = \frac{\pi^2 EI}{(l_k)^2}$$



$\lambda \leq 100$ ⟶ berlaku rumus Tetmayer

$$\sigma_k = 293 - 1{,}94\,\lambda$$

$\lambda > 100$ ⟶ berlaku rumus Euler

$$P_k = \frac{\pi^2 EI}{l_k^2}$$

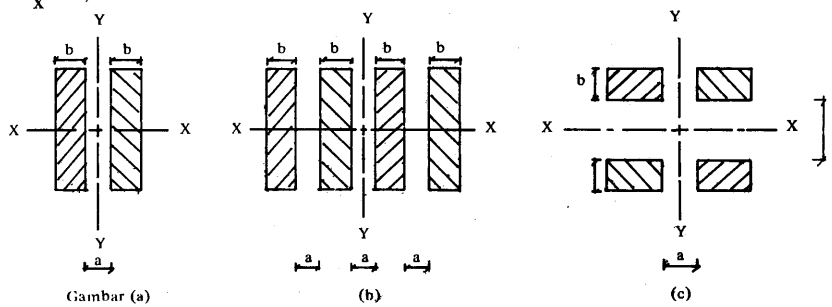
Faktor keamanan : n ⟶ n = 3,50 untuk $\lambda \leq 100$

n = 3,50 – 4,00 untuk

$100 < \lambda \leq 150$.

– Pada batang berganda, didalam menghitung momen lembam terhadap sumbu-sumbu bahan (sumbu–x) kita dapat menganggap sebagai batang tunggal dengan lebar sama dengan jumlah lebar masing-masing bagian, sehingga terdapat :

$i_x = 0{,}289\ h.$



Untuk momen lembam terhadap sumbu bebas bahan (sumbu–x) gambar c dan (sumbu–y) gambar a,b,c, harus dipakai rumus sebagai berikut :

$$I = \tfrac{1}{4}(I_t + 3\,I_g)$$

I = momen lembam yang diperhitungkan
I_t = momen lembam teoritis
I_g = momen lembam geser, dengan anggapan masing-masing bagian itu di geser hingga berimpitan satu sama lain.

Apabila $a > 2b$, maka untuk menghitung I_t diambil $a = 2\,b$.

Setiap bagian membentuk batang berganda, harus mempunyai momen lembam

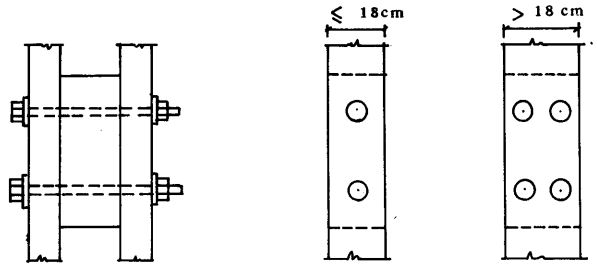
$$I_1 \geq \frac{10.S.l_y^2}{n}$$

S = gaya tekan yang timbul pada batang berganda dalam ton.
l_y = panjang tekuk terhadap sumbu bebas bahan dalam meter
n = jumlah batang bagian.

Masing-masing bagian itu pada ujung-ujungnya dan juga pada dua titik yang jaraknya masing-masing dari ujung-ujung batang tertekan itu sepertiga panjang batang, harus diberi perangkai seperti pada gambar.

Jika lebar bagian $b \leq 18$ cm, harus dipakai 2 batang baut dan jika $b > 18$ cm maka harus dipakai 4 batang baut.

Untuk konstruksi paku sebagai ganti baut-baut tersebut, dapat dipakai paku yang jumlahnya sesuai dengan keperluan dan pemasangannya harus sesuai dengan peraturan.



Jika dengan rumus-rumus Euler ditemukan gaya tekuk P_k , maka beban tekan yang diijinkan :

$$P = \frac{P_k}{n}$$

n = angka keamanan.

Besarnya ω yang sesuai dengan λ dapat dilihat pada tabel faktor tekuk.

FAKTOR TEKUK DAN TEGANGAN TEKUK YANG DIPERKENANKAN UNTUK BATANG TERTEKAN.

λ	Faktor Tekuk ω	Tegangan tekuk yang diperkenankan dengan kelas kuat			
		I Kg/cm2	II Kg/cm2	III Kg/cm2	IV Kg/cm2
1	2	3	4	5	6
0	1,00	130	85	60	45
1	1,01	129	84	60	45
2	1,01	128	84	59	45
3	1,02	127	83	59	44
4	1,03	126	83	58	44
5	1,03	126	82	58	44
6	1,04	125	82	58	44
7	1,05	124	81	57	43
8	1,06	123	80	57	43
9	1,06	122	80	57	43
10	1,07	121	79	56	42
11	1,08	120	79	56	42
12	1,09	119	78	55	41
13	1,09	119	78	55	41
14	1,10	118	77	55	41
15	1,11	117	77	54	41
16	1,12	116	76	54	40
17	1,13	115	75	53	40
18	1,14	114	75	53	40
19	1,15	113	74	52	39
20	1,15	113	74	52	39
21	1,16	112	73	52	39
22	1,17	111	73	51	38
23	1,18	110	72	51	38
24	1,19	109	71	50	38
25	1,20	108	71	50	38
26	1,21	107	70	50	37
27	1,22	107	70	49	37
28	1,23	106	69	49	37
29	1,24	105	69	48	36
30	1,25	104	68	48	36

1	2	3	4	5	6
31	1,26	103	67	48	36
32	1,27	102	67	47	35
33	1,28	102	66	47	35
34	1,29	101	66	47	35
35	1,30	100	65	46	35
36	1,32	99	64	46	34
37	1,33	98	64	45	34
38	1,34	97	63	45	34
39	1,35	96	63	44	33
40	1,36	95	62	44	33
41	1,38	94	62	44	33
42	1,39	94	61	43	32
43	1,40	93	61	43	32
44	1,42	92	60	42	32
45	1,43	91	59	42	31
46	1,44	90	59	42	31
47	1,46	89	58	41	31
48	1.47	88	58	41	31
49	1,49	87	57	40	30
50	1,50	86	57	40	30
51	1,52	85	56	39	30
52	1,53	85	56	39	29
53	1,55	84	55	39	29
54	1,56	83	55	38	29
55	1,58	82	54	38	28
56	1,60	81	53	38	28
57	1,61	81	53	37	28
58	1,63	80	52	37	28
59	1,65	79	52	36	27
60	1,67	78	51	36	27
61	1,69	77	50	36	27
62	1,70	77	50	35	26
63	1,72	76	49	35	26
64	1,74	75	49	35	26
65	1,76	74	48	34	26
66	1,79	73	48	34	25
67	1,81	72	47	33	25

1	2	3	4	5	6
68	1,83	71	46	33	25
69	1,85	70	46	32	24
70	1,87	70	45	32	24
71	1,90	69	45	32	24
72	1,92	68	44	31	23
73	1,95	67	44	31	23
74	1,97	66	43	30	23
75	2,00	65	43	30	23
76	2,03	64	42	30	22
77	2,05	63	42	29	22
78	2,08	63	41	29	22
79	2,11	62	40	28	21
80	2,14	61	40	28	21
81	2,17	60	39	28	21
82	2,21	59	39	27	20
83	2,24	58	38	27	20
84	2,27	57	37	26	20
85	2,31	56	37	26	20
86	2,34	56	36	26	19
87	2,38	55	36	25	19
88	2,42	54	35	25	19
89	2,46	53	35	24	18
90	2,50	52	34	24	18
91	2,54	51	33	24	18
92	2,58	50	33	23	17
93	2,63	49	32	22	17
94	2,68	49	32	22	17
95	2,73	48	31	22	17
96	2,78	47	31	22	16
97	2,83	46	30	21	16
98	2,88	45	30	21	16
99	2,94	44	29	20	15
100	3,00	43	28	20	15
101	3,07	42	28	20	15
102	3,14	41	27	19	14
103	3,21	41	26	19	14
104	3,28	40	26	18	14
105	3,35	39	25	18	13

1	2	3	4	5	6
106	3,43	38	25	18	13
107	3,50	37	24	17	13
108	3,57	36	24	17	13
109	3,65	36	23	16	12
110	3,73	35	23	16	12
111	3,81	34	22	16	12
112	3,89	33	22	15	12
113	3,97	33	21	15	11
114	4,05	32	21	15	11
115	4,13	32	21	15	11
116	4,21	31	20	14	11
117	4,29	30	20	14	11
118	4,38	30	19	14	10
119	4,46	29	19	13	10
120	4,55	29	19	13	10
121	4,64	28	18	13	10
122	4,73	28	18	13	10
123	4,84	27	18	12	9
124	4,91	27	17	12	9
125	5,00	26	17	12	9
126	5,09	26	17	12	9
127	5,19	25	16	12	9
128	5,28	25	16	11	9
129	5,38	24	16	11	8
130	5,48	24	16	11	8
131	5,57	23	15	11	8
132	5,67	23	15	11	8
133	5,77	23	15	10	8
134	5,88	22	15	10	8
135	5,98	22	14	10	8
136	6,08	21	14	10	7
137	6,19	21	14	10	7
138	6,29	21	14	10	7
139	6,40	20	13	9	7
140	6,51	20	13	9	7
141	6,62	20	13	9	7
142	6,73	19	13	9	7

1	2	3	4	5	6
143	6,84	19	12	9	7
144	6,95	19	12	9	6
145	7,07	18	12	9	6
146	7,18	18	12	8	6
147	7,30	18	12	8	6
148	7,41	18	11	8	6
149	7,53	17	11	8	6
150	7,65	17	11	8	6

* Balok tersusun dengan pasak.

Pada balok tersusun dengan pasak kayu, pelat kokot dan sebagainya, harus diperhitungkan perlemahan-perlemahannya. Maka di dalam menghitung momen lembam (I) dan momen penahan (W) harus dikurangi hingga menjadi sebagai berikut:

– dengan 2 bagian

$I = 0{,}6\ (bh^3/12)$

$W = 0{,}8$ á $0{,}9\ (bh^2/6)$

– dengan 3 bagian

$I = 0{,}3\ (bh^3/12)$

$W = 0{,}7$ á $0{,}8\ (bh^2/6)$

Pada konstruksi tak terlindung (jembatan dan sebagainya)

– dengan 2 bagian

$I = 0{,}6\ (bh^3/12)$

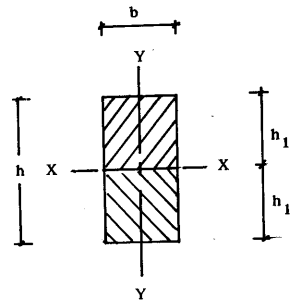
$W = 0{,}7$ á $0{,}8\ (bh^2/6)$

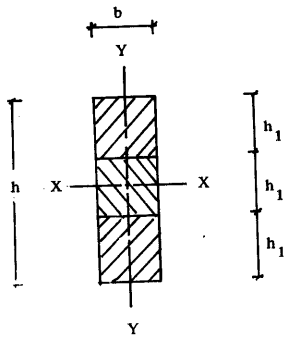
– dengan 3 bagian

$I = 0{,}3\ (bh^3/12)$

$W = 0{,}6$ á $0{,}7\ (bh^2/6)$

Angka-angka yang terkecil untuk harga-harga W dipakai jika di harapkan bahwa pergeseran-pergeseran yang besar akan terjadi, misalnya dipakai pasak kayu sebagai penyusunnya.





* Lendutan.

Dengan mengabaikan pergeseran pada tempat-tempat sambungan, lendutan pada suatu konstruksi akibat berat sendiri dan muatan tetap dibatasi sebagai berikut :

- Untuk balok yang dipergunakan pada konstruksi yang terlindung : $f_{max} \leq (1/300)l$.
- Untuk balok yang dipergunakan pada konstruksi yang tidak terlindung : $f_{max} \leq (1/400)l$.
- Untuk balok pada konstruksi kuda-kuda, seperti gording, kasau dan sebagainya $f_{max} \leq (1/200)l$.
- Untuk konstruksi rangka batang yang tidak terlindung : $f_{max} < (1/700)l$.

f = lendutan
l = jarak bentang

* Balok yang menahan tegangan lentur dan tegangan normal :

- Apabila suatu konstruksi, karena sesuatu sebab menderita tegangan lentur dan tegangan tarik bersama-sama, maka harus dihitung :

$$\bar{\sigma} = \frac{S}{F_n} + \varphi_1 \frac{M}{W_n} \leq \bar{\bar{\sigma}}_{tr//}$$

dimana ;

$$\varphi_1 = \frac{\bar{\bar{\sigma}}_{tr//}}{\bar{\sigma}_{lt}}$$

$\bar{\sigma}$ = tegangan
S = gaya tekuk
F_n = luas penampang netto
M = momen
W_n = momen penahan netto

- Apabila suatu bagian konstruksi menderita tegangan lentur dan tegangan tekan bersama-sama, maka harus dihitung sebagai berikut :

$$\bar{\sigma} = \frac{S.\omega}{F_{br}} + \varphi_2 \left(\frac{M}{W_n}\right) \leq \bar{\bar{\sigma}}_{tk//}$$

dimana ;

$$\varphi_2 = \frac{\bar{\bar{\sigma}}_{tk//}}{\bar{\sigma}_{lt}}$$

S = gaya tekan
F_{br} = luas penampang brutto

* Sambungan kayu dan alat-alat penyambungnya.

Sambungan kayu dapat dibagi atas 3 jenis :

1. Sambungan tekan
2. Sambungan tarik
3. Sambungan momen

Alat-alat penyambung dapat dibagi atas 4 jenis :

1. Paku, baut, sekrup dan sebagainya
2. Pasak kayu dan sebagainya
3. Alat-alat penyambung modern
4. Perekat

- Sambungan dengan Baut.

Baut sebagai alat penyambung yang dibebani banyak dipakai, meskipun sebetulnya tidak begitu baik, karena :

a. Efisiensi rendah
b. Deformasi besar

– Sambungan dengan Baut dibagi dalam 3 golongan menurut kekuatan kayu :

Golongan I = Kelas kuat I + kayu rasamala
Golongan II = Kelas kuat II
Golongan III = Kelas kuat III

Golongan I :

Sambungan bertampang satu : $\bar{S} = 50\ db_1\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\lambda_b = 4{,}8$ $\bar{S} = 240\ d^2\ (1-0{,}35\ \sin\alpha)$.

Sambungan bertampang dua : $\bar{S} = 125\ db_3\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\lambda_b = 3{,}8$ $\bar{S} = 250\ db_1\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\bar{S} = 480\ d^2\ (1-0{,}35\ \sin\alpha)$.

Golongan II :

Sambungan bertampang satu : $\bar{S} = 40\ db_1\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\lambda_b = 5{,}4$ $\bar{S} = 215\ d^2\ (1-0{,}35\ \sin\alpha)$.

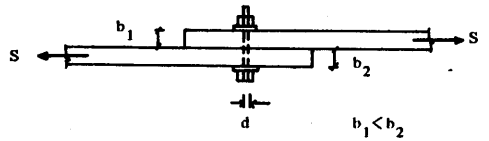
Sambungan bertampang dua : $\bar{S} = 100\ db_3\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\lambda_b = 4{,}3$ $\bar{S} = 200\ db_1\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\bar{S} = 430\ d^2\ (1-0{,}35\ \sin\alpha)$

Golongan III :

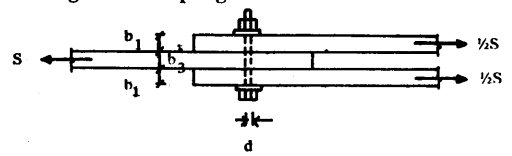
Sambungan bertampang satu : $\bar{S} = 25\ db_1\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\lambda_b = 6{,}8$ $\bar{S} = 170\ d^2\ (1-0{,}35\ \sin\alpha)$
Sambungan bertampang dua : $\bar{S} = 60\ db_3\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\lambda_b = 5{,}7$ $\bar{S} = 120\ db_1\ (1-0{,}6\ \sin\alpha)$ atau
$\bar{S} = 340\ d^2\ (1-0{,}35\ \sin\alpha)$.

$\bar{S}$ = kekuatan sambungan, dalam Kg.
α = sudut antara gaya dan arah serat kayu
b_1 = tebal kayu tepi, dalam cm.
b_3 = tebal kayu tengah, dalam cm.
d = garis tengah baut, dalam cm.
$\lambda_b = (b/d)$

Sambungan bertampang satu :



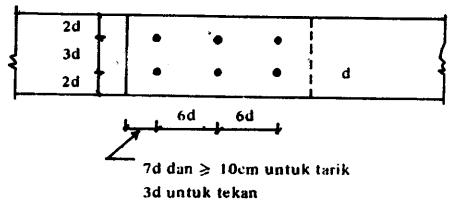
Sambungan bertampang dua :

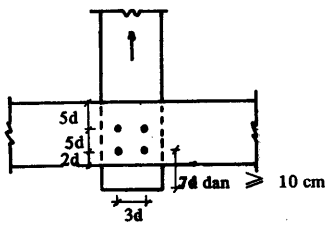


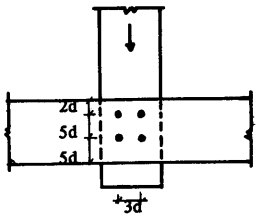
. baut harus dibuat dari baja ST.37 atau dari besi yang mempunyai kekuatan paling sedikit seperti baja ST.37
. Lubang baut harus dibuat secukupnya saja dan kelonggaran tidak boleh lebih dari 1,5 mm.
. Garis tengah baut paling kecil harus 10 mm (3/8") tebal kayu lebih besar dari pada 8 cm harus dipakai baut dengan garis tengah paling kecil 12,7 mm (½").
. Baut harus ada pelat ikutan yang tebalnya minimum 0,3 d dan maksimum 5 mm dengan garis tengah 3 d., jika berbentuk persegi empat, lebarnya 3 d (d = garis tengah baut).

– Penempatan baut-baut harus memenuhi syarat sebagai berikut :

Arah gaya sejajar arah serat kayu.
Jarak minimum :

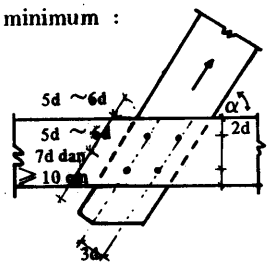


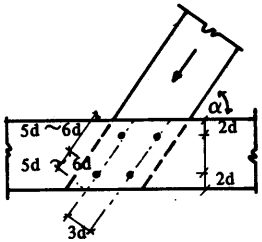




– Arah gaya membentuk (0° 90°) dengan arah serat kayu.

Jarak minimum :





* Sambungan dengan paku :

– Untuk sambungan yang menyimpang dari daftar Va.PKKI dapat dipakai rumus-rumus dibawah ini :

Sambungan bertampang satu :

$\bar{S} = \frac{1}{2}\, bd\, \bar{\sigma}_{kd}$, $b \leq 7d$

$\bar{S} = 3{,}5\, d^2\, \bar{\sigma}_{kd}$, $7d \leq b$

Sambungan bertampang dua :

$\bar{S} = bd\, \bar{\sigma}_{kd}$, b

$\bar{S} = 7\, d^2\, \bar{\sigma}_{kd}$,

$\bar{S}$ = gaya yang diperkenankan p.

b = tebal kayu

d = diameter paku

$\bar{\sigma}_{kd}$ = kokoh desak kayu

– Jarak paku minimum harus memenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

Dalam arah gaya :

12d untuk tepi kayu yang dibebani

5d untuk tepi kayu yang tidak dibebani

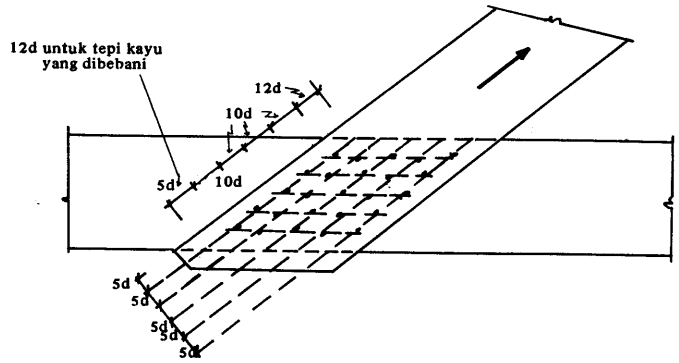
10d untuk jarak antara paku dalam satu baris

Dalam arah tegak lurus arah gaya :

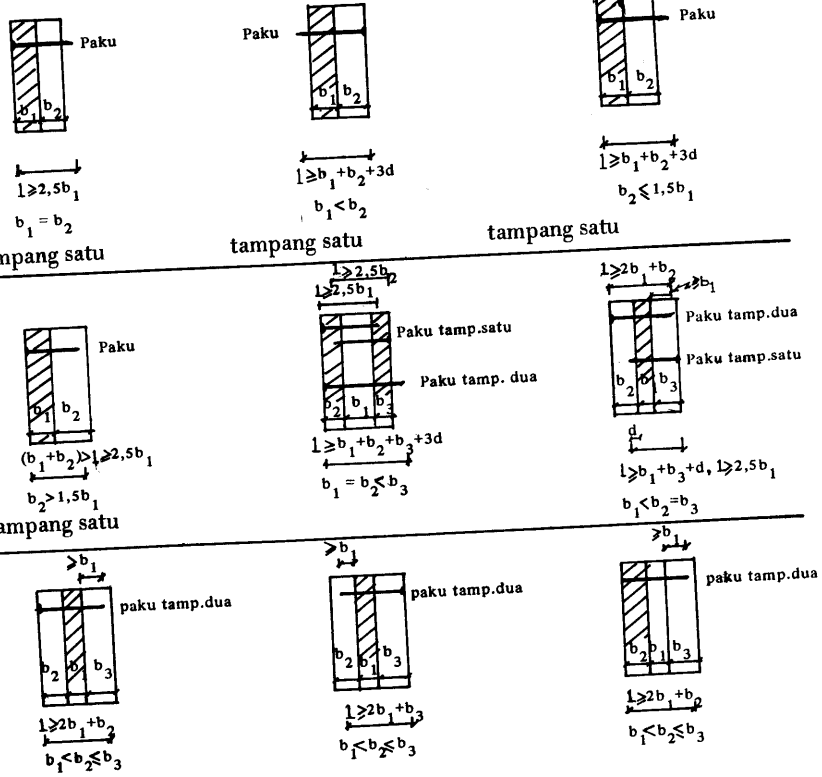
5d untuk jarak sampai tepi kayu.

5d untuk jarak barisan paku.

12d untuk tepi kayu yang dibebani.



– Panjang paku minimum :

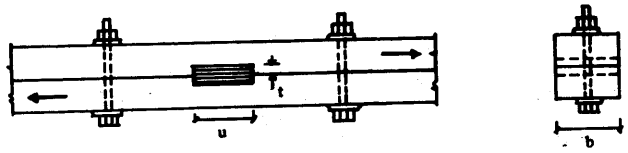


* Sambungan dengan pasak.

–•Pasak kayu keras yang mempunyai tampang persegi empat panjang, memasangnya harus sedemikian sehingga serat-seratnya terletak sejajar dengan serat-serat batang-batang kayu yang disambung.

Antara masing-masing pasak, demikian pula antara pasak dan ujung kayu harus diberi baut pelengkap dengan garis tengah minimum 1,27 cm (½").

•Ukuran-ukuran pasak itu harus diambil sebagai berikut :



$t \geq 1{,}5$ cm

$u \geq 5\,t$

$u \geq 15$ cm

•Pada konstruksi yang selalu terendam air atau bagian konstruksi yang tidak terlindung dan kemungkinan besar kadar lengas kayu akan selalu tinggi, maka kekuatannya harus dikalikan dengan 2/3.

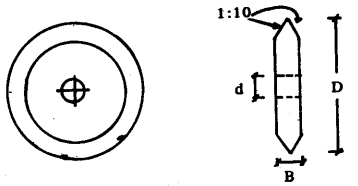
•Pada konstruksi yang tidak terlindung tetapi kayu itu dapat mengering dengan cepat, maka kekuatannya harus dikalikan dengan 5/6.

•Kekuatan ijin satu sambungan pasak adalah harga terkecil dari :

S_1 = u.b. $\bar{\tau}_{//}$ dari pasak

S_2 = b.t. $\bar{\sigma}_{tk//}$ atau α dari kayu-kayu yang disambung.

– Pasak kayu bulat model Kübler



Untuk bagian-bagian yang arah gayanya membuat sudut dengan arah serat kayu, maka kekuatan ijin menjadi

$P_\alpha = P\,(1 - 0{,}25 \sin\alpha)$.

D (cm)	B (cm)	Garis tengah d (cm)	Garis tengah baut (inch)	P, kekuatan ijin (ton)	Lebar kayu minimum (cm)
6,1	2,6	1,6	½	1	8
8	3,0	1,6	½	1,5	10
10	2,0	1,6	½	1,7	12

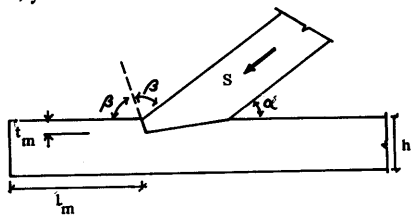
* Sambungan Gigi.

– Pada sambungan gigi, gesekan antara kayu dengan kayu didalam perhitungan harus diabaikan. Untuk sambungan gigi tunggal dalamnya gigi tidak boleh melebihi suatu batas tertentu, yaitu :

$t_m \leq \frac{1}{4}h$, untuk $\alpha \leq 50^o$

$t_m \leq 1/6\ h$, untuk $\alpha > 60^o$

h = tinggi batang mendatar



Untuk harga α antara 50° dan 60° besarnya gigi maksimum harus di sisipkan lurus. Gigi dibuat menurut garis bagi sudut luar 2β

Panjang kayu muka l_m , harus dihitung :

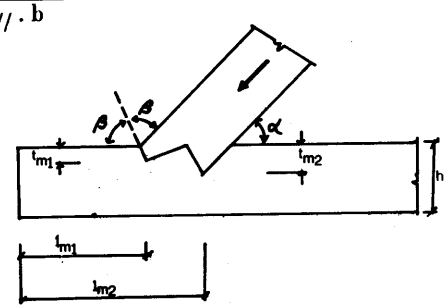
$$l_m = \frac{S \cdot \cos\alpha}{\bar{\tau}_{//} \cdot b}$$

tetapi juga $l_m \geq 15$cm, b berarti lebar batang mendatar.

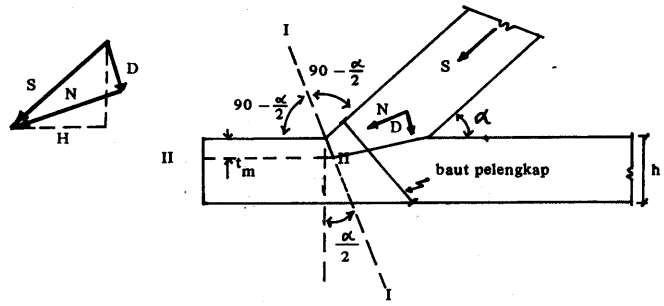
– Untuk sambungan dengan gigi rangkap, dalamnya gigi kedua harus memenuhi syarat seperti pada sambungan gigi tunggal.

Kecuali itu harus pula $t_{m_2} - t_{m_1} \geq 1$ cm

$$l_{m_2} = \frac{S \cdot \cos\alpha}{\bar{\tau}_{//} \cdot b}$$



– Perhitungan sambungan gigi tunggal :



S diuraikan dalam arah-arah tegak lurus bidang.

$N = S \cdot \cos \frac{1}{2}\alpha$

Bidang desak II $= b \cdot \frac{t_m}{\cos\frac{1}{2}\alpha}$

Tegangan desak ijin pada II : $\bar{\bar{\sigma}}_{tk\ \frac{1}{2}\alpha}$

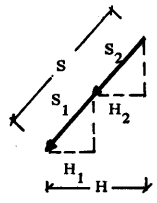
$$\bar{\bar{\sigma}}_{tk\ \frac{1}{2}\alpha} = \frac{S \cdot \cos\frac{1}{2}\alpha}{b \cdot \frac{t_m}{\cos\frac{1}{2}\alpha}} \rightarrow t_m = \frac{S \cdot \cos^2\frac{1}{2}\alpha}{\bar{\bar{\sigma}}_{tk\ \frac{1}{2}\alpha} \cdot b}$$

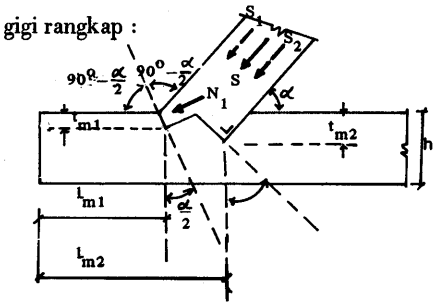
Dengan rumus ini t_m dihitung lalu diperiksa apakah memenuhi syarat-syaratnya terhadap tinggi balok h.

Kemudian dihitung panjang kayu muka dengan rumus :

$$l_m = \frac{H}{\bar{\tau}_{//} \cdot b} = \frac{S \cdot \cos\alpha}{\bar{\tau}_{//} \cdot b} \quad , \text{ dan : } l_m \geq 15 \text{ cm}$$

– Perhitungan sambungan gigi rangkap :





Digunakan untuk	Tebal dalam cm	Lebar dalam cm														
		3	4	5	6	7	8	10	12	14	15	16	18	20	22	25
Lis - lis	1,2	x	x		x											
Krepyak	1,2						x	x								
	1,5						x	x								
Papan	1,5												x			
	2							x	x		x		x	x	x	x
	2,5				x		x	x	x						x	x
	3,3										x		x	x		x
Bingkai Pintu / jendela	2,5	x			x		x	x	x							
	3,3	x			x		x	x	x		x		x	x		x
	4	x					x	x	x		x		x	x		x
Rang	2				x											
Usuk	4				x											
	5					x										
Balok tarik	6							x	x		x		x			
Penggantung langit-2	6						x	x	x		x					
(plafond)	8							x	x		x		x			
Peran tembok	8							x	x							
	10							x	x							
Gawang Pintu / jendela	8							x	x		x					
	10								x		x					
Kuda - kuda	6								x		x		x			
	8							x	x		x		x			
	10							x	x		x		x			
	12							x			x		x			
Tiang	8						x									
	10							x	x							
	12								x		x		x			
Papan jembatan														x	x	x

- Pendekatan pertama :

$S_1 = S_2 = \frac{1}{2} S$

$t_{m_2} = \frac{\frac{1}{2}S \cdot \cos\alpha}{\bar{\bar{V}}_{tk\alpha} \cdot b}$ → hasilnya dibulatkan dan di check dengan syarat PKKI.

- Dengan harga t_{m_2} yang telah dibulatkan keatas, maka :

$S_2 = \frac{t_{m_2} \cdot \bar{\bar{V}}_{kd\alpha} \cdot b}{\cos\alpha} = \frac{t_{m_2}\text{ (dibulatkan)}}{t_{m_2}\text{(belum dibulatkan)}} \times \frac{1}{2} S$

$S_1 = S - S_2$

- Dihitung $t_{m_1} = \frac{S_1 \cdot \cos^2 \frac{1}{2}\alpha}{\bar{\bar{V}}_{tk\,\frac{1}{2}\alpha} \cdot b}$ lalu dichek dengan syarat :

$t_{m_2} - t_{m_1} \geq 1$ cm.

- Panjang kayu muka :

$l_{m_1} = \frac{H_1}{\bar{\bar{\tau}}_{//} \cdot b} = \frac{S_1 \cdot \cos\alpha}{\bar{\bar{\tau}}_{//} \cdot b}$

$l_{m_2} = \frac{H}{\bar{\bar{\tau}}_{//} \cdot b} = \frac{S \cdot \cos\alpha}{\bar{\bar{\tau}}_{//} \cdot b}$

Harga $l_{m_1} \geq 15$ cm.

15

Konstruksi Baja

Kekuatan maupun tegangan yang dapat dikerahkan oleh baja, tergantung daripada mutu baja.

Tegangan leleh dan tegangan dasar dari berbagai macam baja bangunan adalah sebagai berikut :

Macam baja		Tegangan leleh		Tegangan dasar	
Sebutan lama	Sebutan baru	σ_ℓ		$\bar{\sigma}$	
		kg/cm²	M Pa	kg/cm²	M Pa
St. 33	Bj. 33 (Fe. 310)	2000	200	1333	133,3
St. 37	Bj. 37 (Fe. 360)	2400	240	1600	160
St. 44	Bj. 44 (Fe. 430)	2800	280	1867	186,7
St. 52	Bj. 52 (Fe. 510)	3600	360	2400	240

1 M Pa = 10 kg/cm²

M Pa = mega pascal (satuan Sistim Internasional)

Untuk elemen-elemen baja yang tebalnya lebih dari 40 mm, tetapi kurang dari 100 mm, harga-harga dalam tabel harus dikurangi 10%.

Tegangan dasar baja biasanya menggunakan persamaan $\bar{\sigma} = \sigma_\ell / 1{,}5$

Tegangan normal yang diijinkan untuk pembebanan tetap, besarnya sama dengan tegangan dasar.

Tegangan geser yang diijinkan untuk pembebanan tetap, besarnya sama dengan 0,58 kali tegangan dasar.

$$\bar{\tau} = 0{,}58\ \bar{\sigma}$$

Untuk elemen baja yang mengalami kombinasi tegangan normal dan geser, maka tegangan idial yang terjadi tidak boleh melebihi tegangan dasar.

$$\sigma_i \leq \bar{\sigma}$$

$$\sigma_i = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$$

Untuk pembebanan sementara (akibat berat sendiri, beban berguna, beban / gaya gempa dan angin, besarnya tegangan dasar baja dapat dinaikkan sebesar 30%.

$$\bar{\sigma}_{sem} = 1{,}3\ \bar{\sigma}$$

Konstanta-konstanta pada baja bangunan
Modulus elastisitas $E = 2{,}10.\ 10^6$ kg / cm^2
Mondulus gelincir $G = 0{,}81.\ 10^6$ kg / cm^2
Angka pembanding Poisson $\mu = 0{,}30$
Koefisien pemuaian linier $a_t = 12.\ 10^{-6}$ per-^{0}C

$\bar{\sigma}_t$ = tegangan tarik ijin
$\bar{\sigma}_d$ = tegangan tekan ijin
$\bar{\sigma}_b$ = tegangan lentur ijin
$\bar{\tau}$ = tegangan geser ijin

Penampang berlubang.

– Tegangan rata-rata pada suatu penampang berlubang dari suatu batang yang bekerja gaya tarik, tidak boleh lebih besar dari 0,75 kali tegangan dasar.

– Tegangan rata-rata termaksud dapat dihitung dengan persamaan :

$$\sigma_r = N / F_n$$

dimana :

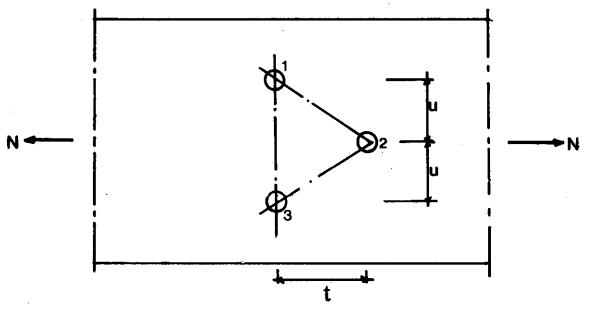
σ_r = tegangan rata-rata
N = gaya normal pada batang
F_n = luas penampang bersih terkecil.

– F_n dapat hitung dengan persamaan :

$$F_n = F - n\,s\,d + \Sigma \frac{t^2\,s}{4\,u} \quad \text{(lihat potongan 1 – 2 – 3)}$$

atau

$$F_n = F - n\,s\,d \quad \text{(lihat potongan 1 – 3)}$$

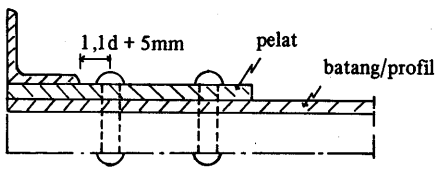


Dari kedua persamaan, dapat dua harga dan harga terkecil yang menentukan.

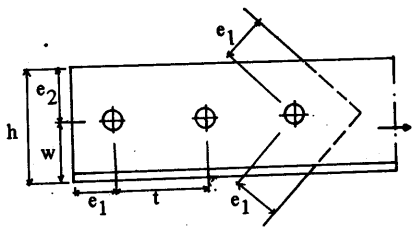
F = luas penampang utuh
s = tebal penampang
d = diameter lubang
t = jarak lubang ke lubang pada arah sejajar sumbu batang
u = jarak lubang ke lubang pada arah tegak lurus sumbu batang
n = banyaknya lubang dalam garis potongan yang ditinjau

*Paku keling dan Baut.

– Penempatan paku keling



d = diameter paku keling
$\bar{\sigma}_{tp}$ = tegangan tumpuan ijin



Penentuan w :

h dibulatkan ke angka puluhan terdekat yang lebih besar dan kemudian dibagi dua,

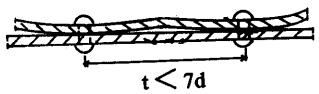
$h \longrightarrow h'$

$w = (h'/2)$

Jarak minimum :

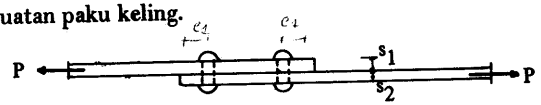
e_1	=	1,5d	untuk	$\bar{\sigma}_{tp}$	=	1,6 $\bar{\sigma}$
e_1	=	2d	untuk	$\bar{\sigma}_{tp}$	=	2 $\bar{\sigma}$
e_2	=	1,5d	;	t	=	3d

Jarak antara paku keling (t) juga tidak boleh terlalu jauh, sebab akan terjadi tertekuknya pelat seperti keadaan sebagai berikut :



$t_{maks} \leqslant 7d$, atau 14 kali tebal terkecil pelat yang terletak paling luar atau tebal flens terkecil.

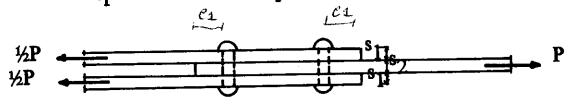
– Kekuatan paku keling.



$N_g = \frac{\pi}{4} . d^2 . \bar{\tau}$ → $\delta > 0,393$

$N_{tp} = d . s_1 . \bar{\sigma}_{tp}$; bila $s_1 < s_2$ → $\delta < 0,393$

$N_{tp} = d . s_2 . \bar{\sigma}_{tp}$; bila $s_2 < s_1$ → $\delta < 0,393$



$N_g = 2 . \frac{\pi}{4} . d^2 . \bar{\tau}$ → $\delta > 0,785$

$N_{tp} = d . s_2 . \bar{\sigma}_{tp}$; bila $s_2 < 2.s_1$ → $\delta < 0,785$

$N_{tp} = d.2.s_1 . \bar{\sigma}_{tp}$; bila $2.s_1 < s_2$

$\bar{\tau} = 0,8 . \bar{\sigma}$ (kg/cm2)

$\bar{\sigma}_{tp} = 1,6 . \bar{\sigma}$; untuk $\phi_1 = 1,5 . d$ (kg/cm2) $1,5d \leq s_1 < 2d$

$= 2,0 . \bar{\sigma}$; untuk $\phi_1 = 2 . d$ (kg/cm2) $s_1 > 2d$

– Kekuatan baut.

Perhitungan kekuatan baut sama dengan perhitungan untuk paku keling.

Hanya :

$\bar{\tau} = 0,58 . \bar{\sigma}$ (kg/cm2)

$\bar{\sigma}_{tp} = 1,5 . \bar{\sigma}$; untuk $\phi_1 \geq 2 . d$ (kg/cm2) $s_1 \geq 2d$

$= 1,2 . \bar{\sigma}$; untuk $\phi_1 = 1,5 . d$ (kg/cm2) $1,5d \leq s_1 > 2d$

N_g = gaya pikul geser ijin (kg)

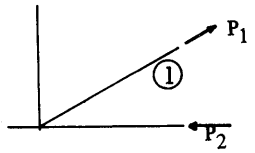
N_{tp} = gaya pikul tumpuan ijin (kg)

d = (cm)

s = (cm)

misalkan : diameter paku keling = d_1

tebal pelat tertipis = s_1



N_g = ...
N_{tp} = ... } katakan $N_g < N_{tp}$

jadi jumlah paku keling yang dibutuhkan untuk batang ① = (P_1/N_g) = ... dibulatkan keatas.

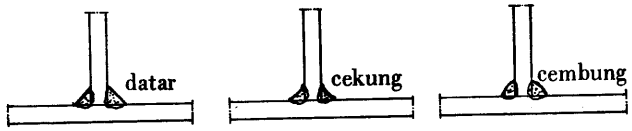
* Las lumer/listrik.

Dalam konstruksi baja, kita mengenal 2 (dua) jenis bentuk las :

1. Las sudut ; ini tidak membutuhkan pekerjaan pendahuluan.
2. Las tumpul ; bentuknya tergantung dari tebal bagian yang akan di sambung.

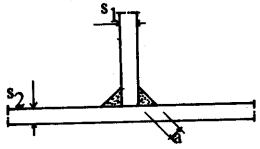
ad.1 Las Sudut terdiri dari :

a. las sudut pipih/datar (paling banyak digunakan)
b. las sudut cekung
c. las sudut cembung



Ketentuan tebal las sudut :

Pada umumnya dipakai las sudut yang sama sisi
tebal pelat disebut s, (yang tertipis antara s_1 dan s_2).

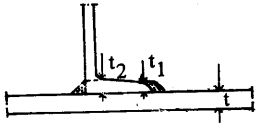


Berdasarkan syarat pembakaran :

- tebal s 5 s/d 9 mm $\longrightarrow a \leqslant \frac{s+1}{2}$

- tebal s 9 s/d 13 mm $\longrightarrow a \leqslant \frac{s+2}{2}$

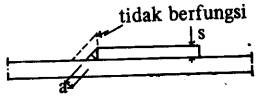
- tebal s >14 mm → tidak lagi digunakan 1 lapis las, tetapi berlapis-lapis. Sebab akan lebih efektif bila tebal las a dalam satu lapis diambil tidak lebih besar dari 7 mm.



- $t_1 < t$ $\quad a_1 \leqslant 0{,}7 \cdot t_1$

- $t_1 > t$ $\quad a_1 \leqslant \frac{t+1}{2}$

- $t_2 < t$ $\quad a_2 \leqslant 0{,}7 \cdot t_2$



Berdasarkan tebal pelat yang hendak di-sambung :

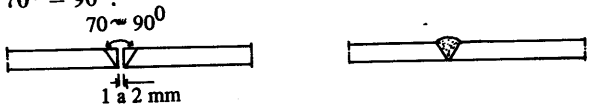
diambil : $a \leqslant \frac{1}{2}s\sqrt{2} \backsim 0{,}7s$

ad.2 Las Tumpul

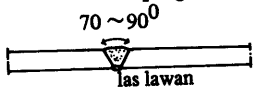
a. **s** : 4 mm ; digunakan las sebelah, tanpa pekerjaan pendahuluan.
Kedua pelat dilekatkan satu sama lain, selanjutnya di las.

b. s : 4–8 mm ; diadakan las dua belah, tanpa pekerjaan pendahuluan.
Mula-mula pengelasan dilakukan di bagian atas, kemudian dibalik dan di las.
Las ini disebut las – I

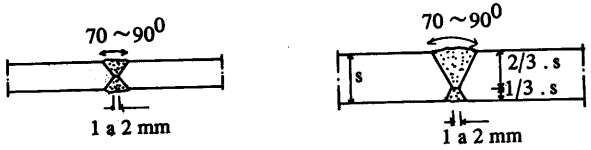
c. s : 4–20 mm; karena tidak bisa dibalik, maka digunakan las–V, perlu pekerjaan pendahuluan.
Ujung-ujung pelat dipotong sehingga membuat sudut : $70^o - 90^o$.



Jika benda kerja (pelat) dapat dibalik, maka dari yang 4 – 12 mm dipergunakan las–V dengan las-lawan.



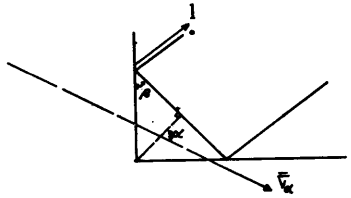
d. s: 12–30mm ; jika benda kerja tidak bisa dibalik, lakukan las–V (las dari sebelah).
Jika benda kerja bisa dibalik, gunakan las–X (las dari 2 belah).



* Perhitungan rigi-rigi las sudut.

Jika garis kerja dari gaya yang hendak di pindahkan membuat sudut α dengan bidang dari perpotongan yang hendak memindahkan gaya itu, maka sesuai dengan teori perpatahan dari Huber - Hencky , tegangan yang diijinkan menurut garis kerja gaya, diperhitungkan dengan rumus sebagai berikut :

$$\bar{\sigma}_\alpha = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{\sin^2\alpha + 3\cos^2\alpha}}$$



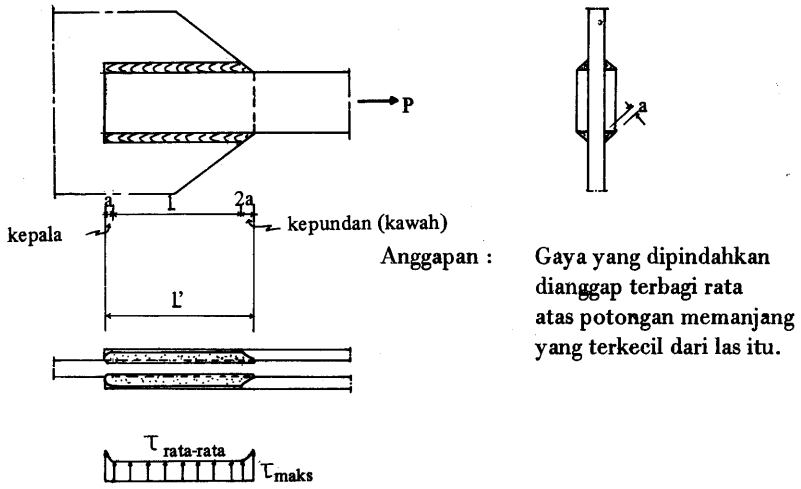
$\alpha = 90^o \rightarrow \bar{\tau}_\alpha = \dfrac{\bar{\sigma}}{\sqrt{1^2 + 3.0^2}} = \bar{\sigma}$

$\dfrac{\bar{\tau}_\alpha}{\bar{\sigma}} = 1$

$\alpha = 0^o \rightarrow \bar{\tau}_\alpha = \dfrac{\bar{\sigma}}{\sqrt{0^2 + 3.1^2}} = 0{,}58 \,.\, \bar{\sigma}$

$\dfrac{\bar{\tau}_\alpha}{\bar{\sigma}} = 0{,}58$

α	0°	5°	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°	45°
$\frac{\bar{\tau}_\alpha}{\bar{\sigma}}$	0,58	0,58	0,58	0,59	0,60	0,61	0,63	0,65	0,68	0,71
α	50°	55°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°	
$\frac{\bar{\tau}_\alpha}{\bar{\sigma}}$	0,74	0,78	0,82	0,86	0,90	0,94	0,97	0,99	1,00	



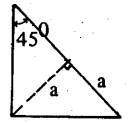
Anggapan : Gaya yang dipindahkan dianggap terbagi rata atas potongan memanjang yang terkecil dari las itu.

Las potongan terkecil dari rigi-rigi las : $F = a \,.\, l$

$l = l_{netto} = l' - 3.a$

Karena anggapan gaya geser (τ) sama besar sepanjang rigi-rigi las, maka diambil $l_{netto} \leqslant 40.a$

Sebab kalau terlalu panjang, maka beda antara τ_{maks} dan $\tau_{rata\text{-}rata}$ terlalu besar.

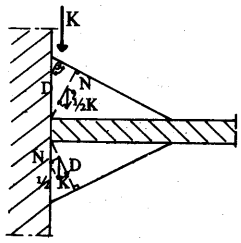


Gaya pikul ijin : $\bar{P} = F \,.\, \bar{\tau}$ (kg)

$F_{perlu} = (P/\bar{\tau})$ (cm2)

$\bar{\tau} = 0{,}58 \,.\, \bar{\sigma}$ (kg/cm2)

2



Konstruksi di bebani gaya K

$N = (K/2) \,.\, \cos\beta$

$D = (K/2) \,.\, \sin\beta$

jika $\beta = 45^o$ (las sudut sama sisi),

maka, $D = N = (K/2).½\sqrt{2} = 0{,}353.K$

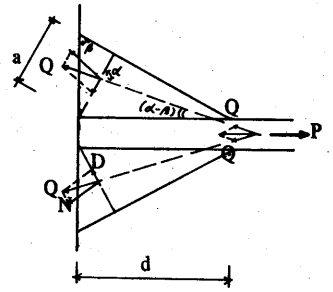
di las bagian atas : $\bar{\sigma} = +N/(a.l)$

$\tau = -D/(a.l)$

di las bagian bawah : $\bar{\sigma}' = -N/(a.l)$

$\tau' = +D/(a.l)$

3



$P/2 = Q \,.\, \cos(\alpha - \beta)$

$Q = \dfrac{P}{2 \,.\, \cos(\alpha - \beta)}$

$N = Q \,.\, \sin\alpha = \dfrac{P \,.\, \sin\alpha}{2 \,.\, \cos(\alpha - \beta)}$

$D = Q \,.\, \cos\alpha = \dfrac{P \,.\, \cos\alpha}{2 \,.\, \cos(\alpha - \beta)}$

F = luas potongan/penampang memanjang terkecil

$\bar{\sigma} = \dfrac{2 \,.\, N}{F} = \dfrac{P \,.\, \sin\alpha}{F \,.\, \cos(\alpha - \beta)}$

$$\tau = \frac{2 \cdot D}{F} = \frac{P \cdot \cos\alpha}{F \cdot \cos(\alpha-\beta)}$$

$$P = \bar{\nabla} \cdot F \cdot \frac{\cos(\alpha-\beta)}{\sqrt{\sin^2\alpha + 3 \cdot \cos^2\alpha}}$$

$P = \partial \cdot \bar{\nabla} \cdot F$; jika $\partial = \dfrac{\cos(\alpha-\beta)}{\sqrt{\sin^2\alpha + 3 \cdot \cos^2\alpha}}$

P maksimum, kalau ∂ maksimum dan ∂ maksimum bila :

$tg\,\alpha = 3 \cdot tg\,\beta$ $\quad \partial_{maks} = \sqrt{\dfrac{1 + 2.\sin^2\beta}{3}}$

β	45°	50°	55°	60°	65°	70°
∂_{maks}	0,817	0,851	0,884	0,913	0,939	0,960

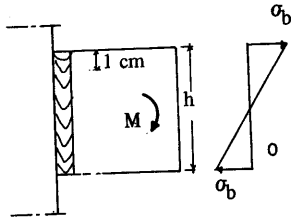
Pada las sudut sama sisi :

$\beta = 45^o \longrightarrow \alpha = 71^o33'$

$$Q = \frac{P}{2.\cos(\alpha-\beta)} = \frac{P}{2\,(0{,}895)} = 0{,}56.P$$

$N = Q \cdot \sin\alpha = 0{,}56 \cdot P \cdot 0{,}949 = 0{,}53.P$
$D = Q \cdot \cos\alpha = 0{,}56 \cdot P \cdot 0{,}317 = 0{,}177.P$

4



$$\bar{\nabla}_b = \frac{M}{(1/6) \cdot s \cdot h^2}$$

Tinjau las sepanjang 1 cm :

$P = 1.s.\bar{\nabla}_b$

Kalau las sudut sama sisi :

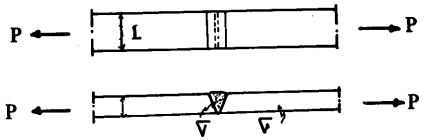
gaya normal $N = 0{,}53 \cdot l.s.\sigma_b$

gaya lintang $D = 0{,}177.l.s.\sigma_b$

$$\bar{\nabla} = \frac{0{,}53.s.\bar{\nabla}_b}{a} \quad ; \quad \tau = \frac{0{,}177.s.\bar{\nabla}_b}{a}$$

* Perhitungan rigi-rigi las tumpul

1. Pembebanan sentris

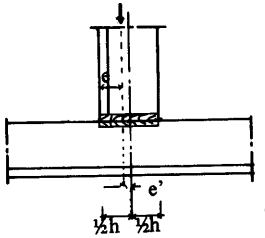


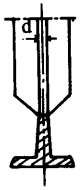
$\bar{P} = \bar{\nabla} \cdot F.$
$a = s$; $F = a \cdot L$
$\bar{P} = \bar{\nabla} \cdot s \cdot L$

Pada pembebanan sentris las tumpul sama kuat dengan batang induk, sehingga tidak perlu di kontrol lagi asal :

a. Bahan las lumer baik.
b. Penyelenggaraan las yang baik, berarti a.l. :
   i. pelaksanaan tidak sebagian-sebagian
   ii. tidak ada kerak yang terbungkus
   iii. penampang las sama dengan penampang batang

2. Pembebanan tidak sentris.





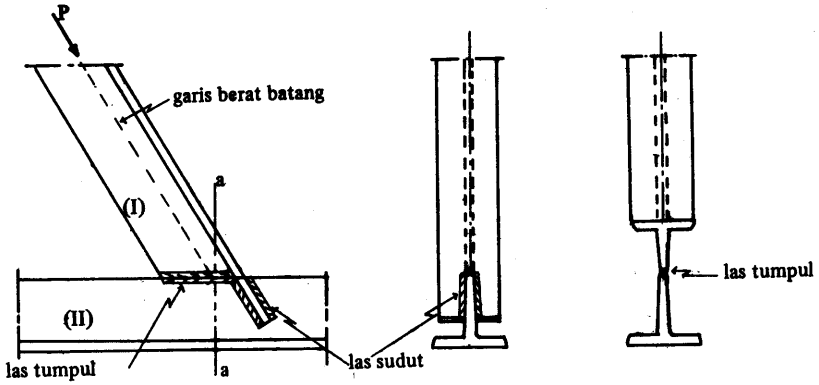
z : titik berat las

$\bar{\nabla} = (N/F) \pm (M/W)$

$$\bar{\nabla} = \frac{P}{h \cdot d} \pm \frac{P.e'}{(1/6).d.h^2}$$

3. Gaya P sebagian disalurkan lewat badan profil (I) dan sebagian lewat flens profil (I).

pada badan profil (I) : las tumpul
pada flens profil (I) : las sudut



las sudut menerima gaya :

$$P_{flens} = \frac{F_{flens\ (I)}}{F_{total\ (I)}} \cdot P$$

l = panjang las netto ; F_{flens} = luas penampang flens
a = tebal las ; F_{total} = luas penampang total

las sudut ini ada 4 jalur, jadi :

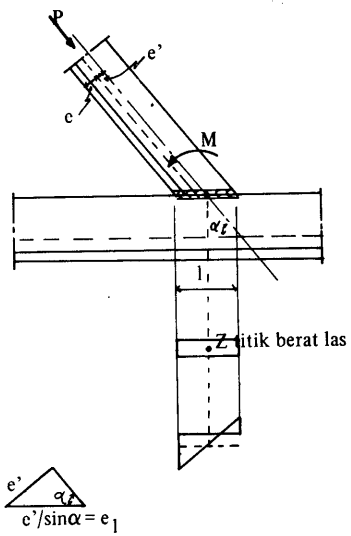
$$4 \cdot a \cdot l \cdot 0{,}58 \cdot \bar{\sigma} = P$$

$$l = \frac{P}{4 \cdot a \cdot 0{,}58 \cdot \bar{\sigma}}$$

Syarat : $l \leq 40.a$
$l > 4$ cm

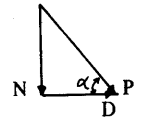
Las tumpul dibuat sama tebalnya dengan badan profil dan dianggap beban bekerja sentris, sehingga tidak perlu kontrol kekuatannya.

4



Tetapkan besarnya :

N = gaya normal
D = gaya lintang
M = momen yang timbul
F = a . l



$N = P \cdot \sin\alpha$ (kg)
$D = P \cdot \cos\alpha$ (kg)
$M = N \cdot e_1$ (kgcm)

$\bar{\sigma}_N = (N/F)$ (kg/cm2) , tegangan akibat gaya normal

$\bar{\sigma}_M = \pm (M/W)$ (kg/cm2) , tegangan akibat momen

$$\bar{\sigma} = \bar{\sigma}_N \pm \bar{\sigma}_M$$

$\tau_r = (D/F)$ (kg/cm2) , tegangan geser rata-rata akibat gaya lintang

$\tau_{maks} = (3/2) \cdot \tau_r$ (kg/cm2)

$\bar{\sigma}_{idiil} = \sqrt{\bar{\sigma}^2 + 3 \cdot \tau_r^2}$

Contoh-contoh rumus dasar.

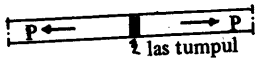
1. a.

$F = a \cdot l$

$\alpha = 90^o \rightarrow \frac{\bar{\tau}_d}{\bar{\nu}} = 1{,}0$

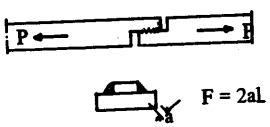
$P = \bar{\tau}_d \cdot F = \bar{\nu} \cdot F$

b.



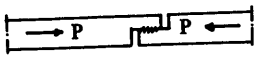
$P = \bar{\nu} \cdot F \quad ; \ \alpha = 90^o$

2. a.



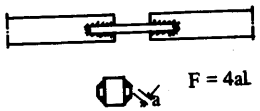
$P = 0{,}58 \cdot \bar{\nu} \cdot F \ ; \ \alpha = 0^o$

b.



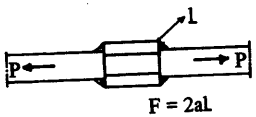
$P = 0{,}58 \cdot \bar{\nu} \cdot F \ ; \ \alpha = 0^o$

c.



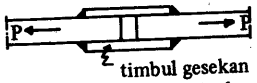
$P = 0{,}58 \cdot \bar{\nu} \cdot F \ ; \ \alpha = 0^o$

3. a.



$P = 0{,}71 \cdot \bar{\nu} \cdot F \ ; \ \alpha = 45^o$

b.

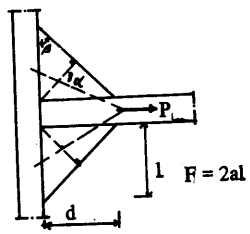


antara baja dengan baja, Koef. = 0,2

$P = (0{,}71 + 0{,}2)\ \bar{\nu} \cdot F \cdot$

$= 0{,}91 \cdot \bar{\nu} \cdot F \cdot \ ; \ \alpha = 45^o$

4. a.



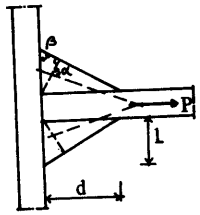
$d = l \rightarrow tg\beta = tg\ 45^o = 1$

$\bar{P} = \vartheta_{maks} \cdot \bar{\nu} \cdot F = 0{,}817 \cdot \bar{\nu} \cdot F$

$tg\alpha = 3 \cdot tg\beta = 3$

$\alpha = 72^o$

4. b.



$d/l = 1.5$ atau

$tg\beta = d/l = 1{,}5$

$\beta = 56^o \rightarrow \vartheta_{maks}$

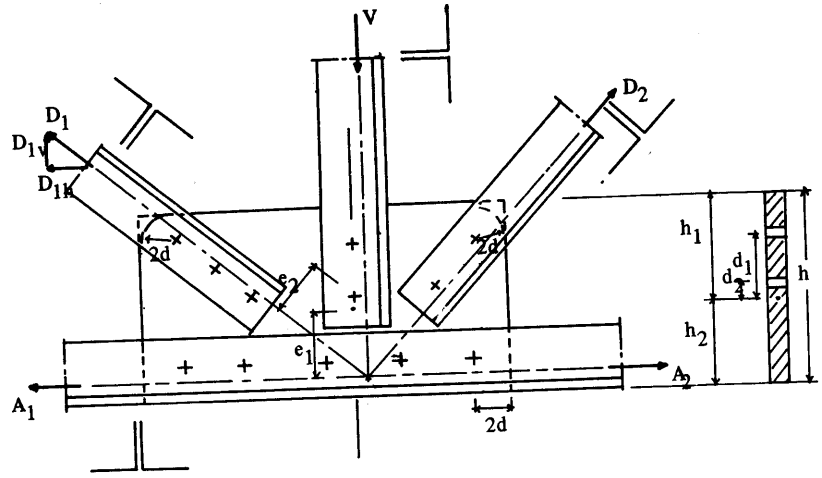
$\bar{P} = 0{,}89 \cdot \bar{\nu} \cdot F \cdot$

$tg\alpha = 3 \cdot tg\beta = 4{,}5$

$\alpha = 77^o$

* Perhitungan titik buhul yang di-keling.

Batang pinggir (bawah) menerus.



Misalkan diameter paku keling (p.k.) yang dipakai, semuanya sama besar (= d).
dan memenuhi syarat penempatan paku keling.
Tebal pelat tertipis masing-masing dari badan profil siku s_1 , ($s_2 < 2.s_1$)

– Tinjau gaya yang dapat dipikul oleh paku keling :

- untuk geser berpotongan tunggal : $N_g = (\pi/4)d^2 \cdot \bar{\tau} \cdot 1.$
- untuk geser berpotongan ganda : $N_g = (\pi/4)d^2 \cdot \bar{\tau} \cdot 2.$
- untuk tumpuan : $N_{tp} = d \cdot s_2 \cdot \bar{\nu}_{tp}$

– Jumlah paku keling yang dibutuhkan :

batang pinggir : $n = \frac{A_1 - A_2}{N} = \ldots\ldots$ dibulatkan keatas

batang diagonal (D_1) : $n = \frac{D_1}{N} = \ldots\ldots$

batang diagonal (D_2) : $n = \frac{D_2}{N} = \ldots\ldots$

batang vertikal (V) : $n = \frac{V}{N} = \ldots\ldots$

N adalah harga terkecil antara N_g atau N_{tp}

– Tinjauan potongan a–a :
Kiri dari potongan a–a.

$N = {}^3/_5 . (A_1 - A_2) + D_{1h} = \ldots\ldots$ (kg)

$D = D_{1v} = \ldots\ldots$ (kg)

$M = {}^3/_5 . (A_1 - A_2) . e_1 + D_2 . e_2 = \ldots\ldots$ (kgcm

penampang netto : $F_n = s_2 . h - 2 . \pi . d^2 = \ldots\ldots$ (cm2)

$I_n = (1/12).s_2.h^3 + s_2.h\,(\tfrac{1}{2}h - h_2)^2 - s_2.d.d_1^2 - s_2.d.d_2^2$.

$W_a = W_{atas} = I_n / h_1 = \ldots\ldots$ (cm3)

$W_b = W_{bawah} = I_n / h_2 = \ldots\ldots$ (cm3)

$\sigma_n = N/F_n = \ldots\ldots$ (kg/cm2)

$\sigma_m^a = M/W_a = \ldots\ldots$ (kg/cm2)

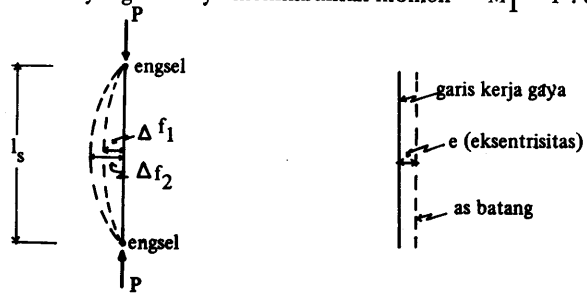
$\sigma_m^b = M/W_b = \ldots\ldots$ (kg/cm2)

$\sigma_{maks} = {}_n + (\sigma_m^a$ atau $\sigma_m^b) = \ldots\ldots$ (kg/cm2)

$\tau = D/F_n = \ldots\ldots$ (kg/cm2)

* Peristiwa tekuk pada konstruksi baja.

Suatu sistim batang dimana pada kedua ujungnya berupa perletakan sendi dikerjakan gaya P (tekan). Karena pengerjaan yang tidak (tidak mungkin) sempurna dimana garis sumbu atau garis berat dan garis kerja gaya P tidak berimpit, maka ada eksentrisitas yang akhirnya menimbulkan momen $M_1 = P . e$.



l_s = panjang sistim
l_k = panjang tekuk

Momen $\Delta M_1 = P.e$, menimbulkan Δf_1

karena adanya Δf_1 , maka timbul $\Delta M_2 = P\,(e + \Delta f_1) > \Delta M_1$
dengan adanya ΔM_2 , timbul $\Delta f_2\ (> \Delta f_1)$, dan menimbulkan
$\Delta M_3 = P\,(e + \Delta f_2) > \Delta M_2$, dan seterusnya.

Selanjutnya ada tiga kemungkinan :

1. Pada akhirnya tercapai keseimbangan $M_d = M_l$
   (M_d = momen dalam ; M_l = momen luar)
2. Tidak tercapai keseimbangan, akhirnya batang patah oleh karena terjadi nya tekuk.
3. Pada suatu batas.
   Gaya yang dapat dipikul (gaya batas) disebut gaya kritis atau gaya tekuk.
   $P_k = P_{kritis} = P_{tekuk}$ = gaya/beban tekuk

   $P < P_k \longrightarrow$ tercapai keseimbangan
   $P > P_k \longrightarrow$ batang patah, karena tekuk

Tegangan akibat gaya tekuk pada suatu penampang F : $\sigma_k = \frac{P_k}{F}$

Gaya/tegangan tekuk tergantung dari :

1. Sifat bahan yang bersangkutan
2. Panjang tekuk (l_k)
3. Momen inersia terkecil (I_x atau I_y yang terkecil).
4. Jari-jari kelembaban/inersia minimum (i_{min})

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}} \qquad ; \qquad F = \text{luas penampang batang}$$

$\lambda = l_k / i_{min}$ = kelangsingan batang

$\lambda \geq 100$ pakai rumus EULER :

$$P_k = \frac{\pi^2 . E . I_{min}}{l_k^2}$$

$$\bar{\sigma}_k = \frac{P_k}{F} = \frac{\pi^2 . E . I_{min}}{l_k^2 . F} = \frac{\pi^2 . E . i_{min}^2}{l_k^2}$$

$$= \frac{\pi^2 . E}{(l_k / i_{min})^2} = \frac{\pi^2 . E}{\lambda^2}$$

untuk : $E = 2{,}1 . 10^6 \rightarrow \bar{\sigma}_k = \frac{20726000}{\lambda^2}$

$$= \frac{2073}{(\lambda / 100^2)}$$

Rumus Tetmayer : $\bar{\sigma}_k = 3100 - 11{,}4\lambda$

Rumus Rein : $\bar{\sigma}_k = 2890 - 8{,}18\lambda$

$\lambda = 60 \rightarrow \bar{\sigma}_k = 2400$ kg/cm2

$\lambda = 100 \rightarrow \bar{\sigma}_k = 2073$ kg/cm2

Rumus Euler :

tegangan tekuk yang diijinkan :

$$\bar{\sigma}_{d\alpha} = \bar{\sigma}_k / n = \frac{\pi^2 . E}{n . \lambda^2}$$

n = faktor keamanan

$$\bar{P}_k = \frac{\pi^2 . E . I_{min}}{n . l_k^2}$$

$$I_{min} = \frac{n}{\pi^2 . E} . P_k . l_k^2$$

P (ton)
l_k (m)
E (kg/cm2)

$$I_{min} = \frac{n . P_k . l_k^2}{\pi^2 . E} . 1000 . 100^2$$

$$= 0{,}483 . n . P . l_k^2$$

$$n = 3{,}5 \rightarrow I_{min} = 1{,}69 . P . l_k^2 \quad (cm4)$$

Tegangan tekuk $\bar{\sigma}_{d\alpha}$ yang diijinkan dapat juga dipandang sebagai suatu bagian dari tegangan tekan $\bar{\sigma}_d$.

$\bar{\sigma}_{d\alpha} = \alpha . \bar{\sigma}_d$, dimana $\alpha < 1$ dan tergantung pada kelangsingan serta bahan batang.

Penentuan dimensi

1. Perhitungan pendekatan :

$I_{min} = 1{,}69 . P . l_k^2$; P = beban luar, (ton)
l_k = panjang tekuk (m)

dicoba dengan suatu profil tertentu, dengan :

I_{min} (ada) $\geq I_{min}$ (perlu)

$\rightarrow$ F dan i_{min} didapat.

2. Kemudian dikontrol, kalau dari kontrol tidak memenuhi syarat, maka di adakan perhitungan pendekatan kedua, dan seterusnya.

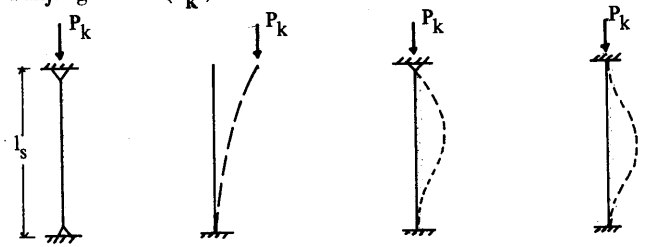
Kontrol :

$$\lambda = l_k / i_{min} \rightarrow \text{lihat tabel } \alpha$$

$$\bar{\sigma}_{d\alpha} = \bar{\sigma}_d \cdot \alpha$$

$$F_{perlu} = (P / \bar{\sigma}_{d\alpha}) \leq F_{ada}$$

Panjang tekuk (l_k)

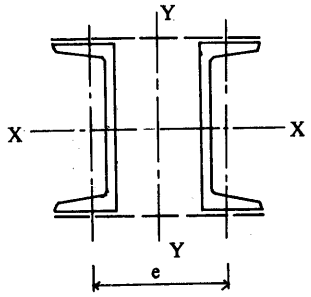


$l_k = l_s$ $\quad$ $l_k = 2.l_s$ $\quad$ $l_k = \frac{1}{2}.l_s\sqrt{2}$ $\quad$ $l_k = \frac{1}{2}.l_s$

Dalam konstruksi rangka, panjang tekuk lazimnya diambil $l_k = l_s$ (dianggap kedua ujung batang adalah engsel).

— Batang tekan majemuk.

Adakalanya suatu bentuk profil tidak menguntungkan dipasang sebagai profil tunggal dan sering kali karena beban/gaya luar yang besar, maka satu profil tidak cukup kuat, sehingga kita harus memakai batang majemuk yang terdiri dari dua buah batang atau lebih.



I_{xo} , I_{yo} : momen inersia pada profil tunggal

F ; luas penampang profil.

$I_x = 2 . I_{yo} + 2 [F(\frac{1}{2}.e)^2]$

$I_x > I_y \rightarrow I_y = I_{min}$

$I_y > I_x \rightarrow I_x = I_{min}$

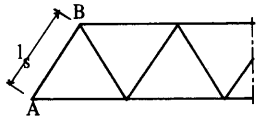
sumbu Y–Y : sumbu bebas bahan

sumbu X–X : sumbu bahan

Batang tekan majemuk lazimnya dipasang pelat-kopel.

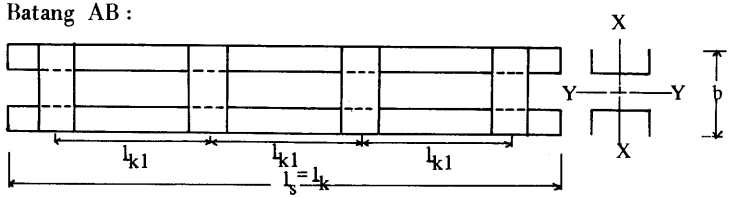
Fungsi dari pelat-kopel :

1. Memperkecil l_k dari profil tunggal.
2. Memperbesar daya perlawanan batang terhadap pembengkokan.
3. Memberi perlawanan terhadap pergeseran profil satu terhadap yang lain.
4. Memberikan keteguhan bentuk



Dalam pemasangan pelat-kopel, batang dibagi dalam jumlah medan / lapangan yang ganjil.

Batang AB :



Hubungan antara pelat-kopel dan batang dapat dilaksanakan :

a. Dengan paku keling
b. Dengan las lumer : las sudut, las tumpul.

Dari percobaan-percobaan yang dilakukan oleh Krohn dengan batang-batang yang disusun dari dua buah batang tunggal, ternyata : (lihat gambar diatas)

$I_y \geq 1{,}1 \cdot I_x$; supaya sama kuat di kedua arah.

$$P_1 = \frac{280}{280 - \lambda} \cdot \frac{F_1}{F_t} \cdot P$$

P = beban total

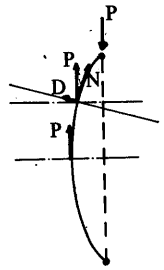
P_1 = beban pada profil tunggal (bukan ½ P , karena adanya eksentrisitas)

F_t = luas penampang total.

F_1 = luas penampang dari profil tunggal

λ = kelangsingan dari I_y (terhadap sumbu bebas bahan)

Gaya-gaya pada pelat-kopel :



D ≠ 0

D = 0

$D = 1{,}5 \sim 2\% \cdot P$

$\tau = \frac{D.S}{b.I}$

$L_{maks} = \frac{D_{maks} \cdot l_{k1} \cdot S_1}{I_y}$; rumus umum

$L = \frac{D \cdot l_{k1}}{h}$ rumus pendekatan, tidak berlaku untuk profil :

D = gaya lintang

S_1 = momen statis dari satu profil tunggal terhadap sumbu bebas bahan.

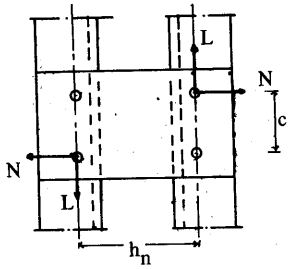
b = lebar batang

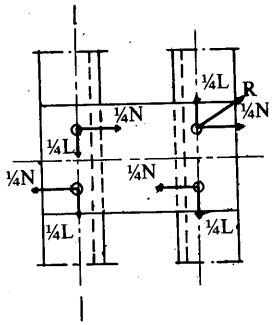
L = gaya memanjang

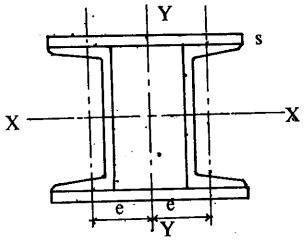
I = I_x

– Langkah-langkah perhitungan profil tekan majemuk dengan pelat - kopel.

- Sambungan dengan paku keling.







diameter paku keling = d (cm)

s = tebal pelat-kopel (cm)

I	(cm4)	;	L,N,R	(kg)
i	(cm)	;	h_n , c	(cm)
l_k	(cm)	;	P	(kg)
			F	(cm2)

α, λ (tak berdimensi).

1. Hitung : $I_x = 2 . I_{xo}$

$I_y = 2 [I_{yo} + F_1 (½ . e)^2]$ F_1 = luas profil tunggal

2. Hitung : $i_x = \sqrt{\frac{I_x}{F}}$

$i_{y(fiktif)} = \sqrt{\frac{0{,}9 . I_y}{F}}$ F = luas total

$\lambda_x = l_k / i_x \rightarrow$ lihat tabel, α_x = ...

$\lambda_{y(fiktif)} = l_k / i_{y(fiktif)} \rightarrow$ lihat tabel α_y = ...

3. Hitung : $\alpha_{y(fiktif)} \cdot \alpha_{y1} > \alpha_x$

$\alpha_{y1} = \alpha_x / \alpha_{y(fiktif)} \rightarrow$ lihat tabel λ_{y1} = ...

$\lambda_{y1} = l_{k1} / i_{y1}$ l_{k1} = ...

banyaknya lapangan : l_k / l_{k1} = ... → dibulatkan, harus ganjil.

misalnya : 3

$l_{k1} = l_k / 3$ = ...

4. Kontrol :

$\lambda_{y1} = l_{k1} / i_{y1} \rightarrow$ lihat tabel, α_{y1} = ...

$\bar{\sigma}_{d\alpha} = \alpha_{y1} \cdot \bar{\sigma}_d$

$\sigma_{ada} = P/F$ = ... < $\bar{\sigma}_{d\alpha}$

5. Pelat-kopel :

$N.c - L.h_n = 0 \rightarrow N = (L.h_n)/c.$

$R = \sqrt{(¼.L)^2 + (¼.N)^2} = ¼ \sqrt{L^2 + N^2}$

= gaya yang harus dipakai satu p.k.

$\tau = \frac{R}{1 \frac{\pi . d^2}{4}} < \bar{\tau}$ (1 → berpotongan tunggal)

$$\bar{\tau}_{tp} = \frac{R}{D.S} < \bar{\tau}_{tp}$$

6. Tinjau potongan I–I :

M = momen = ¼.N.½.c + ¼.N.½.c = ¼.N.c.

$\bar{\sigma}_M = \pm M/W_n$; (W sebaiknya diambil W_{netto})

$\bar{\sigma}_M = \pm (½.N.c)/W_n \leq \bar{\sigma}_d$

$D = ½ L \rightarrow \tau_r = D/F_n < \bar{\tau}_r$

(F_n = F-netto)

$\tau_{maks} = (3/2) . \tau_r$

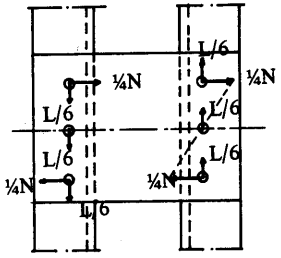
$\bar{\tau}_r = 0{,}58 . \bar{\sigma}_d$; (untuk pelat)

$= 0{,}8 . \bar{\sigma}_d$; (untuk baut)

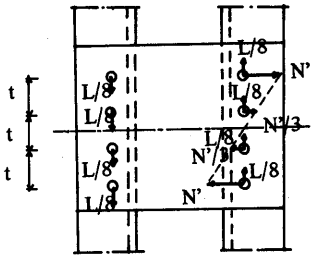
kalau mau lebih aman , dikontrol juga :

$$\bar{\sigma}_i = \sqrt{\bar{\sigma}_M^2 + 3 . \tau_r^2} < \bar{\sigma}_d$$

Pelat kopel
dengan 3 paku keling :



pelat kopel
dengan 4 paku keling :

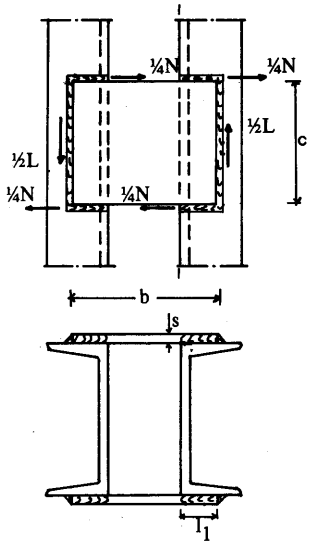


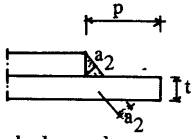
Cari N' : $½ Lh_n = [N'.1{,}5t + N'/3.½t + N'/3.½t + N'.1{,}5t]^2$

$= (20/3)N'$ —) N' didapat

- Pelat-kopel dengan sambungan rigi-rigi las.

a. Dengan las sudut





$a_2 \leq 0{,}7.t$; (berhubung dengan pembakaran).

$\sqrt{a_2^2 + a_2^2} < p$; (berhubung dengan cukupnya tempat).

Rigi-rigi las arah horizontal

$F_n = (l_1 - 3.a_1)\, a_1$

$\tau = (¼ . N) / F_n$

$= \frac{¼ . N}{a_1 . l_1 - n} < \bar{\tau} = 0{,}58 . \bar{\sigma}_d$

Rigi-rigi las arah vertikal :

$F_n = (c - 3.a_2)\, a_2$

$\tau = \frac{½.L}{a_2 . l_2 - n} < \bar{\tau} = 0{,}58 . \bar{\sigma}_d$

Potongan I–I :

$N = ¼ .N - ¼.N = 0$

$P = ½ .L$

$M = ½.N.½.c + ¼.N.½.c - ½.L. l_1$

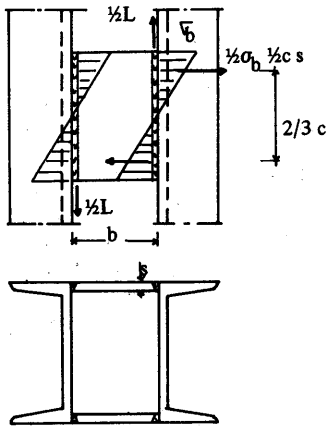
$= ½.N.c - ½.L. l_1$

$\bar{\sigma}_M = \pm M/W < \bar{\sigma}_d$

$\tau_r = \frac{½ . L}{s.c}$; $\tau_{maks} = (3/2) . \tau_r$

$\bar{\sigma}_i = \sqrt{\bar{\sigma}_M^2 + 3 . \tau_r^2} < \bar{\sigma}_d$

b. Dengan las tumpul



$$M = \tfrac{1}{2}.L.b = \left(\frac{\bar{\sigma}_b}{2} \cdot \frac{c}{2} \cdot s \cdot \frac{2}{3} c\right)^2$$

$$= \frac{\bar{\sigma}_b \cdot c^2 \cdot s}{3}$$

$$\bar{\sigma}_b = (3/2) \cdot \frac{L \cdot b}{c^2 \cdot s} < 0{,}5 \cdot \bar{\sigma}_d$$

$$D = \tfrac{1}{2}.L$$

$$\tau_r = \frac{\tfrac{1}{2}.L}{c.s}$$

$$\tau_{maks} = (3/2) \cdot \tau_r \qquad \bar{\tau} = 0{,}58 \cdot \bar{\sigma}_d \cdot 0{,}5$$

$$\bar{\sigma}_i = \sqrt{\bar{\sigma}_b^2 + 3 \cdot \tau_r^2} \quad < \quad \cdot 0{,}5\, \bar{\sigma}_d$$

(0,5 : koefisien koreksi)

St.37 ; St.44

Tabel α untuk perhitungan tekuk :

λ	α	λ	α	λ	α	λ	α
30	1,000	56	0,786	81	0,580	106	0,377
31	0,992	57	0,777	82	0,571	107	0,370
32	0,984	58	0,769	83	0,563	108	0,363
33	0,975	59	0,761	84	0,555	109	0,356
34	0,967	60	0,753	85	0,547	110	0,350
35	0,959						
36	0,951	61	0,744	86	0,538	111	0,343
37	0,942	62	0,736	87	0,530	112	0,337
38	0,934	63	0,728	88	0,522	113	0,331
39	0,962	64	0,720	89	0,514	114	0,325
40	0,918	65	0,711	90	0,505	115	0,320
41	0,909	66	0,703	91	0,497	116	0,314
42	0,901	67	0,695	92	0,489	117	0,309
43	0,893	68	0,687	93	0,481	118	0,304
44	0,885	69	0,678	94	0,472	119	0,299
45	0,876	70	0,670	95	0,464	120	0,294
46	0,868	71	0,662	96	0,456	121	0,289
47	0,860	72	0,654	97	0,448	122	0,284
48	0,852	73	0,645	98	0,439	123	0,280
49	0,843	74	0,637	99	0,431	124	0,275
50	0,835	75	0,629	100	0,423	125	0,271
51	0,827	76	0,621	101	0,415	126	0,266
52	0,819	77	0,612	102	0,407	127	0,262
53	0,810	78	0,604	103	0,399	128	0,258
54	0,802	79	0,596	104	0,391	129	0,254
55	0,794	80	0,588	105	0,384	130	0,250

λ	α	λ	α	λ	α	λ	α
131	0,246	151	0,186	171	0,145	191	0,116
132	0,243	152	0,183	172	0,143	192	0,115
133	0,239	153	0,181	173	0,141	193	0,114
134	0,236	154	0,178	174	0,140	194	0,112
135	0,232	155	0,176	175	0,138	195	0,111
136	0,229	156	0,174	176	0,137	196	0,110
137	0,225	157	0,172	177	0,135	197	0,109
138	0,222	158	0,169	178	0,134	198	0,108
139	0,219	159	0,167	179	0,132	199	0,107
140	0,216	160	0,165	180	0,131	200	0,106
141	0,213	161	0,163	181	0,129		
142	0,210	162	0,161	182	0,128		
143	0,207	163	0,159	183	0,126		
144	0,204	164	0,157	184	0,125		
145	0,201	165	0,155	185	0,124		
146	0,198	166	0,153	186	0,122		
147	0,196	167	0,152	187	0,121		
148	0,193	168	0,150	188	0,120		
149	0,191	169	0,148	189	0,118		
150	0,188	170	0,146	190	0,117		

- Pelat putih (90 x 120 cm)
0,35 / 0,4 / 0,5 / 0,6 / 0,65 / 0,70 / 0,80 / 0,90 / 1 / 1,2 / 1,5 / 2 mm.
Berat = tebal . 13,13 → kg.

Pelat putih (120 x 240) cm.
0,35 / 0,40 / 0,6 / 0,7 / 0,8 / 0,9 / 1 / 1,2 / 1,5 / 1,6 / 1,9 / 2 mm
berat = tebal . 23,33 → kg.

Besi pelat hitam (240 x 120 cm)
1,2 / 1,4 / 1,5 / 1,9 / 2,0 / 2,3 / 2,6 / 2,8 / 2,9 / 3,0 / 3,2 / 4,0 / mm.
4,5 / 5 / 6 / 8 / 9 / 10 / 12 / 13 / 15 / 16 / 18 / 19 / 20 / 21 / 22 / 25 / 28 / mm
30 / 32 / 38 / 50 / 65 / 75 / 100 mm.
Berat = tebal x 23,33 → kg.

- Sebagai bahan pembanding, kami sajikan standar baja bangunan dari negara lain yang banyak beredar di pasaran negara Indonesia.

DIN

Jenis baja	Tegangan leleh
St. 37	2200 – 2400
St. 42	2400 – 2600
St. 46	2700 – 2900
St. 52	3400 – 3600
St. 50	2800 – 3000
St. 60	3200 – 3400
St. 70	3500 – 3700

JIS

Jenis baja	Tegangan leleh
SS 41	2200 – 2500
SS 50	2600 – 2900
SM 41	2200 – 2500
SM 50	3000 – 3300
SM 50Y	3400 – 3700
SM 53	3400 – 3700
SM 58	4400 – 4700
SMA 41	2200 – 2500
SMA 50	3400 – 3700
SMA 58	4400 – 4700

ASTM

Jenis baja	Tegangan leleh
A 36	2500
A 242	3000 – 3500
A 440	3000 – 3500
A 572	3000 – 4600
A 588	3000 – 3500
A 514	6300 – 7000
A 517	7000

BSI

Jenis baja	Tegangan leleh
40B, 40C	2100 – 2300
40 D, 40 E	2300 – 2700
43 A, 43 B, 43 C	2200 – 2500
43 D, 43 E	2500 – 2900
50 B, 50 C, 50 D	3300 – 3600
55 C, 55 E	4100 – 4600

DIN = Standar dari Jerman

JIS = Standar dari Jepang.

ASTM = Standar dari Amerika.

BSI = Standar dari Inggris

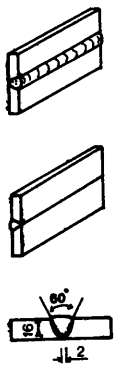
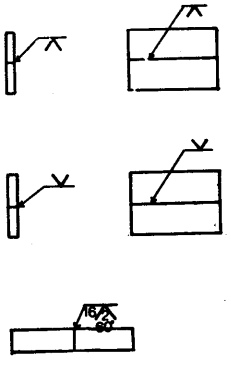
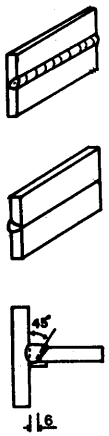
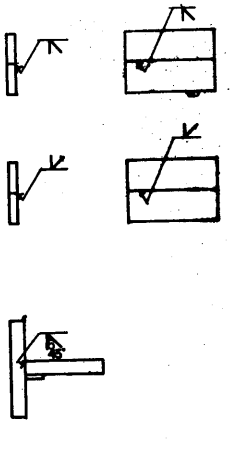
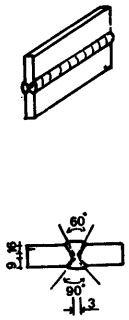
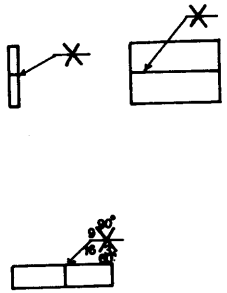
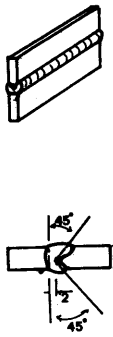
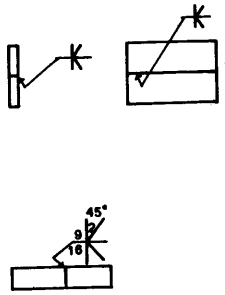
Besi pelat berdas (240 x 120 cm)
2,3 / 3 / 3,2 / 4,5 / 6 / 8 / 9

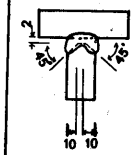
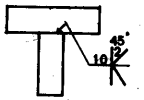
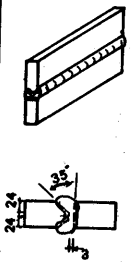
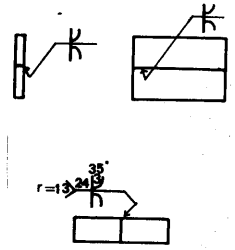
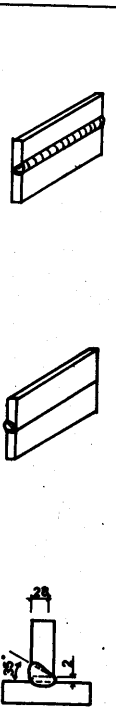
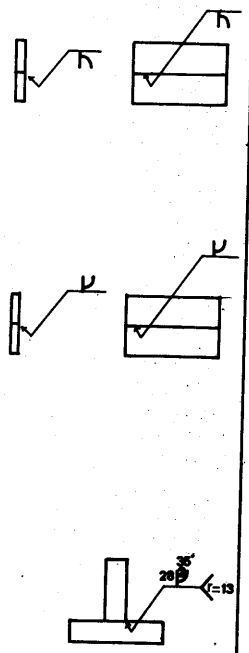
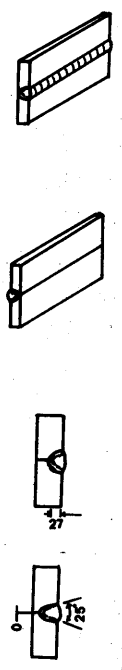
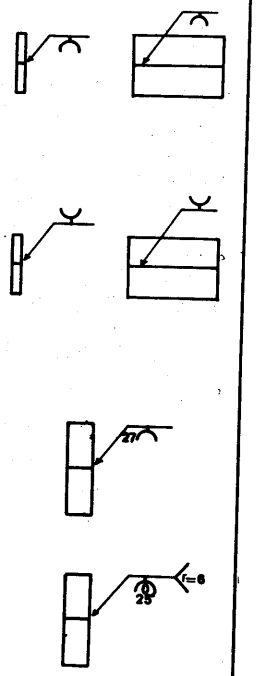
Ø baut
1/4" / 5/16" / 3/8" / 7/16" / 1/2" / 5/8"
3/4" "
- 1/2" / 5/8" / 3/4" / 7/8" / 1 1/2"

Nama	Simbol/tanda	Potongan	Bentuk
Batang persegi			
Batang bulat			
Pelat			
Profil siku			
Profil kanal			
Profil kanal kait			
Profil I (WF, DIN, M, S, H, dan lain-lain)	Lihat daftar profil masing-masing		
Profil T			
Profil Z			

TANDA-TANDA (SIMBOL) LAS

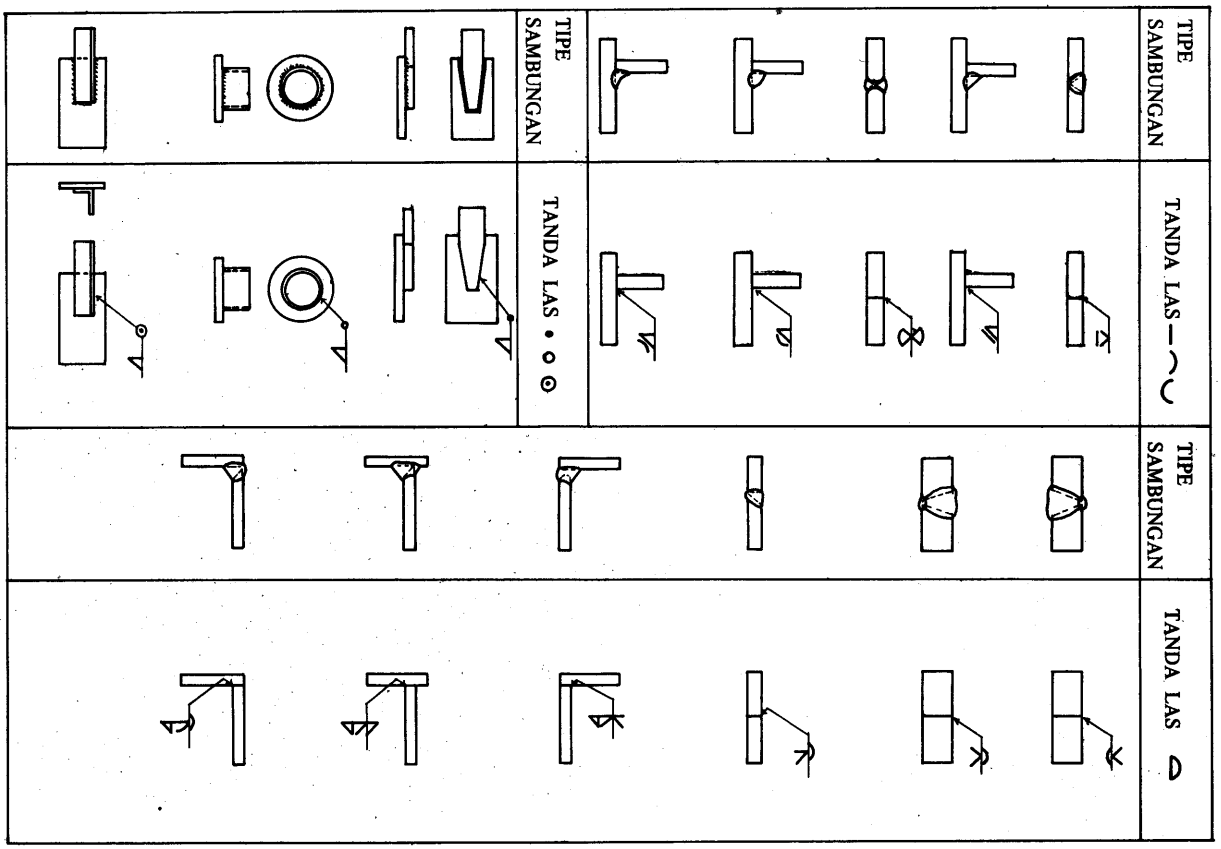
TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS
TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS		

TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS
			
TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS
			

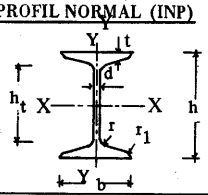
TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS
			
TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS
			

TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS
TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS		

TIPE SAMBUNGAN	TANDA LAS	TIPE SAMBUNGAN	TAMDA LAS



BAJA I. PROFIL NORMAL (INP)

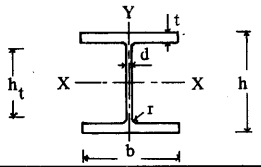


Tanda : INP .....
Panjang normal : 4 – 15 m
Lereng sebelah dalam flens : 14%
Untuk profil 8–24 : b = 0,4h + 10 mm
Untuk profil 26–60 : b = 0,3h + 35 mm
Untuk semua profil : $r_1 = 0{,}6r$

W_x, W_y : momen lawan dalam cm3
I_x, I_y : momen inersia dalam cm4
i_x, i_y : jari-jari inersia dalam cm
S_x : momen statis dari separuh penampang terhadap sumbu X–X
k_x : jari-jari inti dalam cm.

Profil	Ukuran dalam mm					Penampang (cm2)			Berat	Terhadap sumbu X–X					Terhadap sumbu Y–Y		
	h	b	d=r	t	h_t	flens b_t	badan	profil	kg/m'	S_x	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
8	80	42	3,9	5,9	59	2,5	2,6	7,6	5,95	11,4	77,8	3,20	2,57	19,5	6,29	0,91	3,00
10	100	50	4,5	6,8	75	3,4	3,8	10,6	8,32	19,9	171	4,01	3,23	34,2	12,2	1,07	4,88
12	120	58	5,1	7,7	92	4,5	5,2	14,2	11,2	31,8	328	4,81	3,85	54,7	21,5	1,23	7,41
14	140	66	5,7	8,6	109	5,7	6,9	18,3	14,4	47,7	573	5,61	4,48	81,9	35,2	1,40	10,7
16	160	74	6,3	9,5	125	7,0	8,8	22,8	17,9	68,0	935	6,40	5,13	117	54,7	1,55	14,8
18	180	82	6,9	10,4	142	8,5	10,9	27,9	21,9	93,4	1450	7,20	5,77	161	81,3	1,71	19,8
20	200	90	7,5	11,3	159	10,2	13,1	33,5	26,3	125	2140	8,00	6,39	214	117	1,87	26,0
22	220	98	8,1	12,2	175	12,0	15,6	39,6	31,1	162	3060	8,80	7,02	278	162	2,02	33,1
24	240	106	8,7	13,1	192	13,9	18,3	46,1	36,2	206	4250	9,59	7,68	354	221	2,20	41,7
26	260	117	9,4	14,1	208	15,9	21,6	53,4	41,9	257	5740	10,4	8,28	442	288	2,32	51,0
28	280	119	10,1	15,2	225	18,1	24,9	61,1	48,0	316	7590	11,1	8,87	542	364	2,45	61,2
30	300	125	10,8	16,2	241	20,2	28,7	69,1	54,2	381	9800	11,9	9,45	653	451	2,56	72,2
32	320	131	11,5	17,3	257	22,7	32,4	77,8	61,1	457	12510	12,7	10,1	782	555	2,67	84,7
34	340	137	12,2	18,3	274	25,1	36,6	86,8	68,1	540	15700	13,5	10,6	923	674	2,80	98,4
36	360	143	13,0	19,5	290	27,9	41,3	97,1	76,2	638	19610	14,2	11,2	1090	818	2,90	114
38	380	149	13,7	20,5	306	30,5	46,0	107	84,0	741	24010	15.0	11,8	1260	975	3,02	131
40	400	155	14,4	21,6	323	33,5	51,0	118	92,6	857	29210	15,7	12,4	1460	1160	3,13	149
42½	425	163	15,3	23,0	343	37,5	57,0	132	104	1020	36970	16,7	13,2	1740	1440	3,30	176
45	450	170	16,2	24,3	363	41,3	64,4	147	115	1200	45850	17,7	13,9	2040	1730	3,43	203
47½	475	178	17,1	25,6	384	45,6	71,8	163	128	1400	56480	18,6	14,6	2380	2090	3,60	235
50	500	185	18,0	27,0	404	50,0	80,0	180	141	1620	68740	19,6	15,3	2750	2480	3,72	268
55	550	200	19,0	30,0	444	60,0	93,0	213	167	2120	99180	21,6	16,9	3610	3490	4,02	349
60	600	215	21,6	32,4	485	69,7	114,6	254	199	2730	139000	23,4	18,2	4630	4670	4,30	434

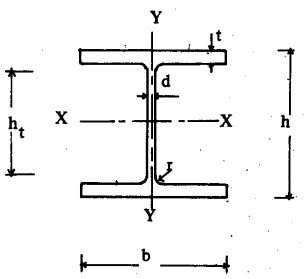
BAJA I. PROFIL FLENS LEBAR DIE.



DIE (Diefferdange Economique)
Tanda : I DiE .....
Panjang normal : 3 – 15 m

Profil	Ukuran dalam (mm)						Berat	Terhadap Sumbu S–X					Terhadap Sumbu Y–Y		
	h	b	d	t	r	h_t	kg/m'	S_x	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
10	94	99	5	8	11	56	16,3	40	327	3,97	3,35	69,7	130	2,50	26,2
12	114	119	5	8	11	76	19,6	60	598	4,89	4,20	105	225	3,00	37,8
14	133	138	5,5	8,5	12	92	24,4	85	1020	5,72	4,92	153	373	3,46	54,1
15	143	148	5,5	8,5	12	102	26,2	99	1280	6,18	5,38	179	460	3,71	62,2
16	150	157	6	9	14	104	29,7	118	1590	6,47	5,59	212	584	3,92	74,4
18	172	177	6,5	10	14	124	36,9	168	2600	7,45	6,45	303	925	4,43	104
20	190	197	7	11	15	138	44,8	226	3880	8,24	7,16	408	1400	4,96	143
22	211	217	7,3	11,5	15	158	51,4	289	5530	9,19	8,00	524	1960	5,47	181
24	229	237	7,8	12,5	17	170	60,9	373	7740	9,00	8,72	676	2780	5,98	234
25	240	247	8	13	17	180	65,8	423	9200	10,5	9,14	766	3270	6,24	265
26	250	257	8	13	17	190	68,5	467	10430	10,9	9,56	834	3680	6,49	286
28	267	277	8,3	13,5	18	204	76,4	549	13350	11,7	10,3	1000	4780	7,01	345
30	289	297	8,8	14,5	18	224	87,7	682	17960	12,7	11,1	1240	6330	7,53	426
32	308	297	9,5	16	20	236	97,9	806	22560	13,4	11,7	1460	6990	7,49	471
34	330	297	10	17	20	256	105	924	27620	14,3	12,5	1670	7430	7,44	500
36	348	297	10,5	18	21	270	113	1040	32560	15,1	13,1	1870	7870	7,40	530
38	370	297	11	19	21	290	120	1170	39140	16,0	13,8	2120	8300	7,36	559
40	388	297	11	20	21	306	126	1290	45210	16,8	14,5	2330	8740	7,37	589
42½	415	297	11,5	21	21	331	135	1460	54680	17,9	15,4	2630	9180	7,32	618
45	438	297	12	22	23	348	143	1630	64380	18,8	16,1	2940	9620	7,26	648
47½	465	297	12,5	23	23	373	152	1830	76350	19,9	16,9	3280	10060	7,21	677
50	488	297	13	24	24	392	161	2020	88310	20,8	17,7	3620	10490	7,16	707
55	539	297	13	24,5	24	442	168	2320	111980	22,9	19,4	4150	10710	7,07	722
60	588	297	14	26	26	484	185	2750	144030	24,7	20,8	4900	11370	6,95	766
65	638	297	14	26	26	534	190	3040	173010	26,7	22,4	5420	11380	6,85	766
70	688	297	15	28	27	578	210	3590	218730	28,6	23,8	6360	12250	6,77	825
75	738	297	15	28	27	628	216	3930	256390	30,5	25,3	6950	12250	6,67	825
80	792	298	16	30	27	678	237	4590	320100	32,5	26,8	8080	13270	6,63	890
85	842	298	17	32	30	718	260	5290	391020	34,4	28,1	9290	14170	6,54	951
90	892	298	17	32	30	768	266	5710	446070	36,3	29,5	10000	14170	6,46	951
95	942	298	17	32	30	818	273	6140	505350	38,1	30,8	10730	14170	6,38	951
100	992	298	17	32	30	868	280	6580	568990	40,0	32,2	11470	14170	6,31	951

BAJA I. PROFIL FLENS LEBAR DIL



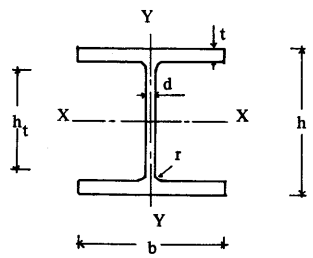
DIL (Diefferdange Leger
Tanda : I DiL .....
Panjang normal : 3 – 15 m

Profil	Ukuran dalam mm						Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X					Terhadap Sumbu Y–Y		
	h	b	d	t	r	h_t	flens b_t	badan	profil	Kg/m'	S_x	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
10	100	100	5	11	11	56	11,0	4,9	26,9	21,2	55	472	4,18	3,51	94,3	184	2,61	36,8
12	120	120	5	11	11	76	13,2	5,9	32,3	25,4	80	849	5,12	4,40	142	317	3,13	52,9
14	140	140	4,5	12	12	92	16,8	6,5	40,1	31,5	118	1480	6,07	5,26	211	549	3,71	78,4
15	150	150	4,8	12	12	102	18,0	7,2	43,2	33,9	137	1840	6,53	5,69	246	676	3,95	90,1
16	160	160	5	13	14	106	20,8	8,4	50,0	39,2	169	2420	6,95	6,04	302	888	4,20	111
18	180	180	5,5	14	14	124	25,2	10,1	60,5	47,5	231	3730	7,85	6,84	414	1360	4,75	152
20	200	200	6	15	15	140	30,0	12,1	72,1	56,6	307	5520	8,74	7,64	551	2000	5,27	200
22	220	220	6,5	16	15	158	35,2	14,2	84,6	66,4	396	7860	9,64	8,44	714	2840	5,79	258
24	240	240	7	17	17	172	40,8	16,9	98,5	77,3	504	10920	10,5	9,23	909	3920	6,31	326
25	250	250	7,3	17,5	17	181	43,8	18,4	106	82,9	563	12710	11,0	9,62	1020	4560	6,37	364
26	260	260	7,5	18	17	190	46,8	19,4	113	88,6	626	14720	11,4	10,0	1130	5270	6,84	405
28	280	280	8	19	18	206	53,2	22,6	129	101	768	19480	12,3	10,8	1390	6950	7,35	496
30	300	300	8,5	20	18	224	60,0	25,0	145	114	929	25250	13,2	11,6	1680	9000	7,89	600
32	320	300	9	21	20	238	63,0	28,0	154	121	1050	30440	14,0	12,3	1900	9450	7,82	630
34	340	300	9,5	22	20	256	66,0	32,0	164	128	1180	36180	14,9	13,0	2130	9900	7,78	660

Lanjutan..DIL

36	360	300	10	23	21	272	69,0	35,0	173	136	1310	42690	15,7	13,7	2370	10350	7,73	690
38	380	300	10,5	24	21	290	72,0	39,0	183	143	1460	49880	16,5	14,3	2620	10810	7,69	720
40	400	300	11	25	21	308	75,0	42,0	192	151	1610	57830	17,3	15,0	2890	11260	7,65	750
42½	425	300	11,5	26	21	331	78,0	47,0	203	159	1790	68400	18,4	15,9	3220	11710	7,60	780
45	450	300	12	27	23	350	81,0	52,0	214	168	1990	80470	19,4	16,7	3580	12160	7,54	811
47½	475	300	12,5	28	23	373	84,0	57,0	225	177	2200	93580	20,4	17,5	3940	12610	7,49	841
50	500	300	13	29	24	394	87,0	62,0	236	186	2420	108260	21,4	18,3	4330	13060	7,44	871
55	550	300	13,5	30	24	442	90,0	71,0	251	197	2800	137890	23,4	20,0	5010	13520	7,34	901
60	600	300	14	31	26	486	93,0	81,0	267	210	3230	172870	25,4	21,6	5760	13970	7,23	931

BAJA I. PROFIL FLENS LEBAR DIN



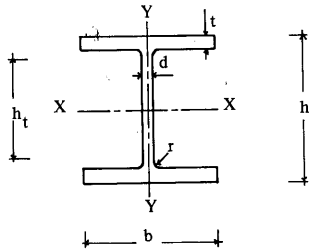
DIN (Differdange Normal)
Tanda : I Din .....
Panjang normal : 3 – 15 m

Profil	Ukuran dalam mm						Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X					Terhadap Sumbu Y–Y		
	h	b	d	t	r	h_t	flens b_t	badan	profil	(Kg m')	S_x	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
10	100	100	6,5	11	11	56	11,0	6,1	28,1	22,1	56	478	4,12	3,40	95,5	184	2,56	36,8
12	120	120	6,5	11	11	76	13,2	7,4	33,8	26,5	82	860	5,04	4,23	143	317	3,06	52,8
14	140	140	8	12	12	92	16,8	10,5	44,1	34,6	124	1520	5,87	4,92	217	550	3,53	78,6
15	150	150	8	12	12	102	18,0	11,3	47,3	37,2	143	1900	6,33	5,35	253	676	3,78	90,1
16	160	160	9	14	14	104	22,4	13,6	58,4	45,8	188	2630	6,71	5,63	329	958	4,05	120
18	180	180	9	14	14	124	25,2	15,4	65,8	51,6	241	3830	7,63	6,47	426	1360	4,55	151
20	200	200	10	16	15	138	32,0	18,7	82,7	64,9	337	5950	8,48	7,19	595	2140	5,08	214
22	220	220	10	16	15	158	35,2	20,7	91,1	71,5	411	8050	9,40	8,03	732	2840	5,58	258
24	240	240	11	18	17	170	43,2	24,6	111	87,4	549	11690	10,2	8,77	974	4150	6,10	346
25	250	250	11	18	17	180	45,0	26,0	116	91,1	597	13300	10,7	9,14	1060	4690	6,36	375
26	260	260	11	18	17	190	46,8	27,4	121	94,8	648	15050	11,2	9,59	1160	5280	6,61	406
28	280	280	12	20	18	204	56,0	32,0	144	113	830	20720	12,0	10,3	1480	7320	7,15	523
30	300	300	12	20	18	224	60,0	34,0	154	121	959	25760	12,9	11,2	1720	9010	7,64	600
32	320	300	13	22	20	236	66,0	39,0	171	135	1130	32250	13,7	11,8	2020	9910	7,60	661
34	340	300	13	22	20	256	66,0	42,0	174	137	1210	36940	14,6	12,5	2170	9910	7,54	661
36	360	300	14	24	21	270	72,0	47,0	191	150	1410	45120	15,3	13,1	2510	10810	7,51	721
38	380	300	14	24	21	290	72,0	50,0	194	153	1500	50950	16,2	13,8	2680	10810	7,46	721
40	400	300	14	26	21	306	78,0	53,0	209	16	1700	60640	17,0	14,5	3030	11710	7,49	781
42½	425	300	14	26	21	331	78,0	56,0	212	166	1830	69480	18,1	15,4	3270	11710	7,43	781

lanjutan ... DIN

45	450	300	15	28	23	348	84,0	64,0	232	182	2110	84220	19,1	16,1	3740	12620	7,30	841
47½	475	300	15	28	23	373	84,0	67,0	235	185	2250	95120	20,1	17,0	4000	12620	7,32	841
50	500	300	16	30	24	392	90,0	75,0	255	200	2550	113180	21,0	17,8	4530	13520	7,26	902
55	550	300	16	30	24	442	90,0	83,0	263	207	2880	140340	23,1	19,4	5100	13530	7,16	902
60	600	300	17	32	26	484	96,0	97,0	289	227	3410	180830	25,0	20,9	6030	14430	7,06	962
65	650	300	17	32	26	534	96,0	105,0	297	234	3780	216780	27,0	22,5	6670	14440	6,96	962
70	700	300	18	34	27	578	102,0	120,0	324	254	4390	270290	28,9	23,8	7720	15350	6,88	1020
75	750	300	18	34	27	628	102,0	129,0	333	261	4800	316260	30,8	25,3	8430	15350	6,79	1020
80	800	300	18	34	27	678	102,0	138,0	342	268	5220	366390	32,7	26,8	9160	15350	6,70	1020
85	850	300	19	36	30	718	108,0	156,0	372	292	5980	443890	34,6	28,1	10440	16270	6,61	1080
90	900	300	19	36	30	768	108,0	165,0	381	299	6450	506040	36,4	29,5	11240	16270	6,53	1080
95	950	300	19	36	30	818	108,0	175,0	391	307	6930	572950	38,3	30,9	12060	16270	6,45	1080
100	1000	300	19	36	30	868	108,0	184,0	400	314	7430	644750	40,1	32,2	12890	16280	6,37	1080

BAJA I. PROFIL FLENS LEBAR DIR



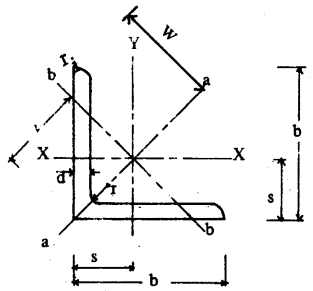
DIR (Differdange Renforge)
Tanda : I DiR .....
Panjang normal : 3–15 m.

Profil	Ukuran dalam mm						Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X					Terhadap Sumbu Y–Y		
	h	b	d	t	r	h_t	flens b_t	badan	profil	kg/m'	S_x	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
10	112	104	10	17	11	56	17,7	8,6	44,0	34,6	93	852	4,40	3,45	152	315	2,68	60,6
12	132	124	10	17	11	76	21,1	10,6	52,8	41,5	135	1500	5,33	4,30	227	535	3,18	87,0
14	164	148	16	24	12	92	35,5	19,8	90,8	71,3	279	3760	6,43	5,05	459	1300	3,79	176
15	174	158	16	24	12	102	37,9	21,4	97,2	76,3	320	4610	6,88	5,45	530	1580	4,04	200
16	182	167	16	25	14	104	41,8	22,4	106	83,5	368	5560	7,23	5,76	611	1950	4,28	233
18	202	187	16	25	14	124	46,8	26,4	120	93,8	466	7930	8,15	6,54	785	2730	4,78	292
20	220	206	16	26	15	138	53,6	28,8	136	107	584	10900	8,96	7,29	991	3800	5,28	369
22	240	226	16	26	15	158	58,8	32,4	150	117	707	14560	9,88	8,09	1210	5010	5,79	443
24	260	246	17	28	17	170	68,9	37,2	175	137	899	20070	10,7	8,82	1540	6960	6,32	566
25	274	257	18	30	17	180	77,1	40,8	195	153	1060	24800	11,3	9,28	1810	8500	6,60	662
26	288	269	20	32	17	190	86,1	46,8	219	172	1240	30520	11,8	9,67	2120	10400	6,89	773
28	310	289	21	35	18	204	101,2	52,6	255	201	1560	41250	12,7	10,4	2660	14100	7,44	976
30	336	311	23	38	18	224	118,2	62,6	299	235	1970	56580	13,8	11,3	3370	19080	7,99	1230
32	356	310	23	40	20	236	124,0	67,0	315	247	2200	66880	14,6	11,9	3760	19900	7,95	1280
34	376	310	23	40	20	256	124,0	72,0	320	251	2360	76000	15,4	12,6	4040	19900	7,90	1280

lanjutan ..DIR

36	392	309	23	40	21	270	123,6	75,8	323	253	2480	83590	16,1	13,2	4260	19710	7,82	1280
38	412	309	23	40	21	290	123,6	79,8	327	257	2650	93850	16,9	13,9	4560	19710	7,76	1280
40	428	308	22	40	21	306	123,2	80,6	327	257	2750	101880	17,6	14,6	4760	19520	7,72	1270
42½	453	308	22	40	21	331	123,2	85,6	332	261	2960	116160	18,7	15,4	5130	19520	7,67	1270
45	474	306	21	40	23	348	122,4	87,2	332	261	3110	127970	19,6	16,3	5400	19140	7,59	1250
47½	499	306	21	40	23	373	122,4	92,2	337	265	3310	144040	20,7	17,1	5770	19150	7,53	1250
50	520	305	21	40	24	392	122,0	97,0	341	268	3490	158050	21,5	17,8	6080	18960	7,45	1240
55	570	305	21	40	24	442	122,0	108,0	352	276	3920	195100	23,5	19,5	6850	18960	7,34	1240
60	616	304	21	40	26	484	121,6	118,8	362	284	4330	232980	25,4	20,9	7560	18780	7,21	1240
65	666	304	21	40	26	534	121,6	128,8	372	292	4790	278580	27,4	22,5	8370	18790	7,10	1240
70	712	303	21	40	27	578	121,2	138,6	381	299	5220	324170	29,1	24,0	9130	18610	6,98	1230
75	762	303	21	40	27	628	121,2	149,6	392	308	5700	378760	31,1	25,4	9940	18610	6,90	1230
80	812	303	21	40	27	678	121,2	159,6	402	316	6190	438240	33,0	26,8	10790	18620	6,80	1230
85	858	302	21	40	30	718	120,8	171,4	413	324	6670	498180	34,7	28,1	11610	18440	6,70	1220
90	908	302	21	40	30	768	120,8	181,4	423	332	7200	567560	36,6	29,5	12500	18450	6,60	1220
95	958	302	21	40	30	818	120,8	192,4	434	340	7730	642220	38,5	30,9	13410	18450	6,52	1220
100	1008	302	21	40	30	868	120,8	202,4	444	349	8280	722330	40,3	32,3	14330	18460	6,45	1220

BAJA SIKU-SIKU SAMA KAKI L



Panjang normal : 3 ~ 15 m
I_x, I_y, I_a, I_b : momen inersia (cm^4)
i_x, i_y, i_a, i_b : jari-jari inersia (cm).

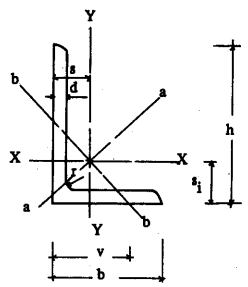
Profil	Ukuran dalam mm			Penampang cm2	Berat kg/m'	Terhadap Sumbu X & Y		Terhadap Sumbu a – a		Terhadap Sumbu b – b		Ukuran dalam mm	
	s	v	w			$I_x = I_y$	$i_x = i_y$	I_a	i_a	I_b	i_b	r	r_i
15.15.3	4,8	6,7	10,6	0,82	0,64	0,15	0,43	0,24	0,54	0,06	0,27	3,5	2,0
15.15.4	5,1	7,3		1,05	0,82	0,19	0,42	0,29	0,53	0,08	0,28		
20.20.3	6,0	8,5	14,1	1,12	0,88	0,39	0,59	0,62	0,74	0,15	0,37	3,5	2,0
20.20.4	6,4	9,0		1,45	1,14	0,48	0,58	0,77	0,73	0,19	0,36		
25.25.3	7,3	10,3	17,7	1,42	1,12	0,79	0,75	1,27	0,95	0,31	0,47	3,5	2,0
25.25.4	7,6	10,8		1,85	1,45	1,01	0,74	1,61	0,93	0,40	0,47		
25.25.5	8,0	11,3		2,26	1,77	1,18	0,72	1,87	0,91	0,50	0,47		
30.30.3	8,4	11,8	21,2	1,74	1,36	1,41	0,90	2,24	1,14	0,57	0,57	5,0	2,5
30.30.4	8,9	12,4		2,27	1,78	1,81	0,89	2,85	1,12	0,76	0,58		
30.30.5	9,2	13,0		2,78	2,18	2,16	0,88	3,41	1,11	0,91	0,57		
35.35.4	10.0	14,1	24,7	2,67	2,10	2,96	1,05	4,68	1,33	1,24	0,68	5,0	2,5
35.35.6	10,8	15,3		3,87	3,04	4,14	1,04	6,50	1,30	1,77	0,68		
40.40.4	11,2	15,8	28,3	3,08	2,42	4,48	1,21	7,09	1,52	1,86	0,78	6	3
40.40.5	11.6	16,4		3,79	2,97	5,43	1,20	8,64	1,51	2,22	0,77		
40.40.6	12.0	17,0		4,48	3,52	6,33	1,19	9,98	1,49	2,67	0,77		

Profil	Ukuran dalam mm			Penam-pang	Berat	Terhadap Sumbu X & Y		Terhadap Sumbu a – a		Terhadap Sumbu b – b		Ukuran dalam mm	
	s	v	w	cm2	kg/m'	$I_x=I_y$	$i_x=i_y$	I_a	i_a	I_b	i_b	r	r_i
45.45.5	12,8	18,1	3,18	4,30	3,38	7,83	1,35	12,4	1,70	3,25	0,87	7	3,5
45.45.7	13,6	19,2		5,86	4,60	10,4	1,33	16,4	1,67	4,39	0,87		
50.50.5	14,0	19,8	3,54	4,80	3,77	11,0	1,51	17,4	1,90	4,59	0,98	7	3,5
50.50.6	14,5	20,4		5,69	4,47	12,8	1,50	20,4	1,89	5,24	0,96		
50.50.7	14,9	21,1		6,56	5,15	14,6	1,49	23,1	1,88	6,02	0,96		
50.50.9	15,6	22,1		8,24	6,47	17,9	1,47	28,1	1,85	7,67	0,97		
55.55.6	15,6	22,1	3,89	6,31	4,95	17,3	1,66	27,4	2,08	7,24	1,07	8	4
55.55.8	16,4	23,2		8,23	6,46	22,1	1,64	34,8	2,06	9,35	1,07		
55.55.10	17,2	24,3		10,1	7,90	26,3	1,62	41,4	2,02	11,3	1,06		
60.60.6	16,9	23,9	4,24	6,91	5,42	22,8	1,82	36,1	2,29	9,43	1,17	8	4
60.60.8	17,7	25,0		9,03	7,09	29,1	1,80	46,1	2,26	12,1	1,16		
60.60.10	18,5	26,2		11,1	8,69	34,9	1,78	55,1	2,23	14,6	1,15		
65.65.7	18,5	26,2	4,60	8,70	6,83	33,4	1,96	53,0	2,47	13,8	1,26	9	4,5
65.65.9	19,3	27,3		11,0	8,62	41,3	1,94	65,4	2,44	17,2	1,25		
65.65.11	20,0	28,3		13,2	10,3	48,8	1,91	76,8	2,42	20,7	1,25		
70.70.7	19,7	27,9	4,95	9,40	7,38	42,4	2,12	67,1	2,67	17,6	1,37	9	4,5
70.70.9	20,5	29,0		11,9	9,34	52,6	2,10	83,1	2,64	22,0	1,36		
70.70.11	21,3	30,1		14,3	11,2	61,8	2,08	97,6	2,61	26,0	1,35		
75.75.7	20,9	29,5	5,30	10,1	7,94	52,4	2,28	83,6	2,88	21,1	1,45	10	5
75.75.8	21,3	30,1		11,5	9,03	58,9	2,26	93,3	2,85	24,4	1,46		
75.75.10	22,1	31,2		14,1	11,1	71,4	2,25	113	2,83	29,8	1,45		
75.75.12	22,9	32,4		16,7	13,1	82,4	2,22	130	2,79	34,7	1,44		
80.80.8	22,6	32,0	5,66	12,3	9,66	72,3	2,42	115	3,06	29,6	1,55	10	5
80.80.10	23,4	33,1		15,1	11,9	87,5	2,41	139	3,03	35,9	1,54		

Profil	Ukuran dalam mm			Penam-pang.	Berat	Terhadap Sumbu X & Y		Terhadap Sumbu a – a		Terhadap Sumbu b – b		Ukuran dalam mm	
	s	v	w	cm2	kg/m'	$I_x=I_y$	$i_x=i_y$	I_a	i_a	I_b	i_b	r	r_i
80.80.12	24,1	34,1	6,36	17,9	14,1	102	2,39	161	3,00	43,0	1,53	11	5,5
80.80.14	24,8	35,1		20,6	16,1	115	2,36	181	2,96	48,6	1,54		
90.90.9	25,4	35,9		15,5	12,2	116	2,74	184	3,45	47,8	1,76		
90.90.11	26,2	37,0		18,7	14,7	138	2,72	218	3,41	57,1	1,75		
90.90.13	27,0	38,1		21,8	17,1	158	2,69	250	3,39	65,9	1,74		
100.100.10	28,2	39,9	7,07	19,2	15,1	177	3,04	280	3,82	73,3	1,95	12	6
100.100.12	29,0	41,0		22,7	17,8	207	3,02	328	3,80	86,2	1,95		
100.100.14	29,8	42,1		26,2	20,6	235	3,00	372	3,77	98,3	1,94		
110.110.10	30,7	43,4	7,78	21,2	16,6	239	3,36	379	4,23	98,6	2,16	12	6
110.110.12	31,5	44,5		25,1	19,7	280	3,34	444	4,21	116	2,15		
110.110.14	32,1	45,4		29,0	22,8	319	3,32	505	4,18	133	2,14		
120.120.11	33,6	47,5	8,49	25,4	19,9	341	3,66	541	4,62	140	2,35	13	6,5
120.120.13	34,4	48,6		29,7	23,3	394	3,64	625	4,59	162	2,34		
120.120.15	35,1	49,6		33,9	26,6	446	3,63	705	4,56	186	2,34		
130.130.12	36,4	51,5	9,19	30,0	23,6	472	3,97	750	5,00	194	2,54	14	7
130.130.14	37,2	52,6		34,7	27,2	540	3,94	857	4,97	223	2,53		
130.130.16	38,0	53,7		39,3	30,9	605	3,92	959	4,94	251	2,52		
140.140.13	39,2	55,4	9,90	35,0	27,5	638	4,27	1010	5,38	262	2,74	15	7,5
140.140.15	40,0	56,6		40,0	31,4	723	4,25	1150	5,36	298	2,73		
140.140.17	40,8	57,7		45,0	35,3	805	4,23	1280	5,33	334	2,72		
150.150.14	42,1	59,5	10,6	40,3	31,6	845	4,58	1340	5,77	347	2,94	16	8
150.150.16	42,9	60,7		45,7	35,9	949	4,56	1510	5,74	391	2,93		
150.150.18	43,6	61,7		51,0	40,1	1050	4,54	1670	5,70	438	2,93		

Profil	Ukuran dalam mm			Penampang	Berat	Terhadap Sumbu X & Y		Terhadap Sumbu a – a		Terhadap Sumbu b – b		Ukuran dalam mm	
	s	v	w	cm2	kg/m'	$I_x = I_y$	$i_x = i_y$	I_a	i_a	I_b	i_b	r	r_i
160.160.15	44,9	63,5		46,1	36,2	1100	4,88	1750	6,15	453	3,14		
160.160.17	45,7	64,6	113,0	51,8	40,7	1230	4,86	1950	6,13	506	3,13	17	8,5
160.160.19	46,5	65,8		57,5	45,1	1350	4,84	2140	6,10	558	3,12		
180.180.16	50,2	71,1		55,4	43,5	1680	5,51	2690	6,96	679	3,50		
180.180.18	51,0	72,2	127,0	61,9	48,6	1870	5,49	2970	6,93	757	3,49	18	9
180.180.20	51,8	73,3		68,4	53,7	2040	5,47	3260	6,90	830	3,49		
200.200.16	55,2	78,0		61,8	48,5	2340	6,15	3740	7,78	943	3,91		
200.200.18	56,0	79,2	141,0	69,1	54,3	2600	6,13	4150	7,75	1050	3,90	18	9
200.200.20	56,8	80,4		76,4	59,9	2850	6,11	4540	7,72	1160	3,89		
40. 40. 3	10,7	15,2	28,3	2,35	1,84	3,45	1,21	5,45	1,52	1,44	0,78	6	3
50. 50. 4	13,6	19,2	35,4	3,89	3,06	8,97	1,52	14,20	1,91	3,73	0,98	7	3,5
60. 60. 4	16,1	22,8	42,4	4,69	3,68	16,00	1,85	25,40	2,33	6,62	1,19	8	4
60. 60. 5	16,4	23,2	42,4	5,82	4,57	19,40	1,82	30,70	2,30	8,03	1,17	8	4
65. 65. 6	18,0	25,5	46,0	7,53	5,91	29,20	1,97	46,30	2,48	12,10	1,27	9	4,5
75. 75. 6	20,4	28,9	53,0	8,75	6,87	45,60	2,28	72,20	2,87	18,90	1,47	10	5
75. 75 9	21,7	30,7	53,0	12,70	9,96	64,40	2,25	102,00	2,84	26,70	1,45	11	5,5
90. 90.10	25,8	36,5	63,6	17,00	13,30	125,00	2,71	199,00	3,42	51,60	1,74	11	5,5
100.100. 7	27,1	38,3	70,7	13,60	10,70	129,00	3,08	205,00	3,88	53,10	1,97	12	6
120.120. 8	32,4	45,8	84,9	18,70	14,70	258,00	3,71	410,00	4,68	106,00	2,38	13	6,5
130.130. 9	35,3	49,9	91,9	22,70	17,90	366,00	4,01	583,00	5,06	150,00	2,57	14	7
150.150.10	40,5	57,3	106,0	29,20	22,90	627,00	4,63	997,00	5,84	258,00	2,97	16	8
150.150.12	41,2	58,3	106,0	34,80	27,30	737,00	4,60	1170,00	5,80	303,00	52,00	16	8
200.200.15	54,7	77,3	141,0	57,70	45,30	2180,00	6,14	3470,00	7,75	891,00	3,93	18	9

BAJA SIKU-SIKU TIDAK SAMA KAKI.



Profil	Ukuran dalam mm					Penampang cm2			Berat	Terhadap sumbu X–X		Terhadap sumbu Y–Y		Terhadap sumbu a–a		Terhadap sumbu b–b	
	s_i	s	v	r	r_i	kaki panjang	kaki pendek	profil	kg/m'	I_x	i_x	I_y	i_y	I_a	i_a	I_b	i_b
20.30.3	9,9	5,0	9,3			0,85	0,57	1,42	1,11	1,25	0,94	0,44	0,56	1,43	1,00	0,25	0,42
20.30.4	10,3	5,4	9,8	3,5	2	1,11	0,74	1,85	1,45	1,59	0,93	0,55	0,55	1,81	0,99	0,33	0,42
20.30.5	10,7	5,8	10,2			1,36	0,90	2,26	1,77	1,90	0,92	0,66	0,54	2,15	0,98	0,40	0,42
20.40.3	14,3	4,4	8,1	3,5	2	1,15	0,57	1,72	1,35	2,79	1,27	0,47	0,52	2,96	1,31	0,30	0,42
20.40.4	14,7	4,8	8,5			1,50	0,75	2,25	1,77	3,59	1,26	0,60	0,52	3,79	1,30	0,39	0,42
30.45.3	14,3	7,0	13,3			1,31	0,88	2,19	1,72	4,48	1,43	1,60	0,86	5,17	1,54	0,91	0,64
30.45.4	14,8	7,4	13,9	4,5	2	1,72	1,15	2,87	2,25	5,78	1,42	2,05	0,85	6,65	1,52	1,18	0,64
30.45.5	15,2	7,8	14,3			2,12	1,41	3,53	2,77	6,99	1,41	2,47	0,84	8,02	1,51	1,44	0,64
30.60.5	21,5	6,8	12,3	6	3	2,86	1,43	4,29	3,37	15,6	1,90	2,60	0,78	16,5	1,96	1,69	0,63
30.60.7	22,4	7,6	13,2			3,90	1,95	5,85	4,59	20,7	1,88	3,41	0,76	21,8	1,93	2,28	0,62
40.50.3.	14,8	9,9	19,3			1,46	1,17	2,63	2,06	6,58	1,58	3,76	1,20	8,46	1,79	1,89	0,85
40.50.4	15,2	10,3	19,9	4	2	1,92	1,54	3,46	2,71	8,54	1,57	4,86	1,19	10,9	1,78	2,46	0,84
40.50.5	15,6	10,7	20,5			2,37	1,90	4,27	3,35	10,4	1,56	5,89	1,18	13,3	1,76	3,02	0,84

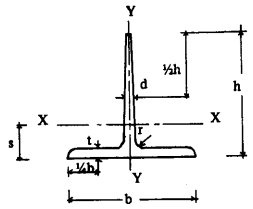
Lanjutan Baja siku-siku tidak sama kaki

Profil	Ukuran dalam mm					Penampang cm2			Berat kg/m'	Terhadap Sumbu X–X		Terhadap Sumbu Y–Y		Terhadap Sumbu a–a		Terhadap Sumbu b–b	
	s_i	s	v	r	r_i	kaki panjang	kaki pendek	profil		I_x	i_x	I_y	i_y	I_a	i_a	I_b	i_b
40.60.5	19,6	9,7	18,3			2,87	1,92	4,79	3,76	17,2	1,89	6,11	1,13	19,8	2,03	3,50	0,86
40.60.6	20,0	10,1	16,8	6	3	3,41	2,27	5,68	4,46	20,1	1,88	7,12	1,12	23,1	2,02	4,12	0,85
40.60.7	20,4	10,5	19,3			3,93	2,62	6,55	5,14	23,0	1,87	8,07	1,11	26,3	2,00	4,73	0,85
40.80.4	27,6	8,0	15,3			3,13	1,56	4,69	3,68	31,1	2,57	5,32	1,07	33,0	2,65	3,38	0,85
40.80.6	28,5	8,8	16,2	7	3,5	4,59	2,30	6,89	5,41	44,9	2,55	7,59	1,05	47,6	2,63	4,90	0,84
40.80.8	29,4	9,5	16,9			6,01	3,00	9,01	7,07	57,6	2,53	9,68	1,04	60,9	2,60	6,41	0,84
50.65.5	19,9	12,5	24,1			3,13	2,41	5,54	4,35	23,1	2,04	11,9	1,47	28,8	2,28	6,21	1,06
50.65.7	20,7	13,3	25,2	6,5	3,5	4,30	3,30	7,60	5,97	31,0	2,02	15,8	1,44	38,4	2,25	8,37	1,05
50.65.9	21,5	14,1	26,3			5.41	4,17	9,58	7,52	38,2	2,00	19,4	1,42	47,0	2,22	10,5	1,05
50.100.6	34,9	10,4	19,6			5,82	2,91	8,73	6,85	89,7	3,20	15,3	1,32	95,2	3,30	9,78	1,06
50.100.8	35,9	11,3	20,6	9	4,5	7,67	3,83	11,5	8,99	116	3,18	19,5	1,31	123	3,28	12,6	1,05
50.100.10	36,7	12,0	21,2			9,40	4,70	14,1	11,1	141	3,16	23,4	1,29	149	3,25	15,5	1,04
55.75.5	23,1	13,3	25,6			3,63	2,67	6,30	4,95	35,5	2,37	16,2	1,60	43,1	2,61	8,68	1,17
55.75.7	24,0	14,1	26,7	7	3,5	5,00	3,66	8,66	6,80	47,9	2,35	21,8	1,59	57,9	2,59	11,8	1,17
55.75.9	24,7	14,8	27,6			6,29	4,61	10,9	8,59	59,4	2,33	26,8	1,57	71,3	2,55	14,8	1,16
60.90.6	28,9	14,1	26,9			5,21	3,48	8,69	6,82	71,7	2,87	25,8	1,72	82,8	3,09	14,6	1,30
60.90.8	29,7	14,9	27,9	7	3,5	6,84	4,56	11,4	8,96	92,5	2,85	3,30	1,70	107	3,06	19,0	1,29
60.90.10	30,5	15,6	28,7			8,46	5.64	14,1	11,0	112	2,82	39,6	1,60	129	3,02	23,1	1,28
65.75.6	21,9	17,0	33,2			4,34	3,77	8,11	6,37	44,0	2,33	30,7	1,94	60,2	2,73	14,4	1,34
65.75.8	22,8	17,8	34,6	8	4	5,68	4,92	10,6	8,34	56,7	2.31	39,4	1,92	77,3	2,70	18,8	1,33
65.75.10	23,5	18,6	35,8			7,02	6,08	13,1	10,3	68,4	2,29	47,3	1,90	92,7	2,66	23,0	1,33
65.80.6	23,9	16,5	32,0			4,64	3,77	8,41	6,60	52,8	2,51	31,2	1,93	68,5	2,85	15,6	1,36
65.80.8	24,7	17,3	33,2	8	4	6,07	4,93	11,0	8,66	68,1	2,49	40,1	1,91	88,0	2,82	20,3	1,36
65.80.10	25,5	18,1	34,4			7,50	6,10	13,6	10,7	82,2	2,46	48,3	1,89	106	2,79	24,8	1,35
65.80.12	26,3	18,8	35,5			8,83	7,17	16,0	12.6	95.4	2,44	55,8	1,87	122	2,76	29,2	1,35
65.100.7	32,3	15,1	28,6			6.79	4,41	11,2	8,77	113	3,17	37,6	1,84	128	3,39	21,6	1,39
65.100.9	33,2	15,9	29,7	10	5	8,61	5,59	14,2	11.1	141	3,15	46,7	1,82	160	3,36	27,2	1,39
65.100.11	34,0	16,7	30,6			10.36	6,74	17,1	13,4	167	3,13	55,1	1,80	190	3,34	32,6	1,38

Lanjutan Baja siku-siku tidak sama kaki

Profil	Ukuran dalam mm					Penampang cm^2			Berat kg/m'	Terhadap Sumbu X – X		Terhadap Sumbu Y – Y		Terhadap Sumbu a – a		Terhadap Sumbu b – b	
	s_i	s	v	r	r_i	kaki panjang	kaki pendek	profil		I_x	i_x	I_y	i_y	I_a	i_a	I_b	i_b
65.115.6	38,5	13,8	26,4			6,71	3,79	10,5	8,25	145	3,71	34,4	1,81	158	3,88	21,1	1,42
65.115.8	39,4	14,6	27,4	8	4	8,82	4,98	13,8	10,9	188	3,69	44,2	1,79	205	3,85	27,4	1,41
65.115.10	40,2	15,4	28,3			10,92	6,18	13,4	13,4	229	3,66	53,3	1,77	249	3,82	33,2	1,40
65.130.8	45,6	13,7	25,7			10,07	5,03	15,1	11,9	263	4,17	44,8	1,72	280	4,31	28,6	1,38
65.130.10	46,5	14,5	26,5	11	5,5	12,40	6,20	18,6	14,6	321	4,15	54,2	1,71	340	4,27	35,0	1,37
65.130.12	47,4	15,3	27,4			14,73	7,37	22,1	17,3	376	4,12	63,0	1,69	397	4,24	41,2	1,37
75.90.7	26,7	19,3	37,5			6,05	5,05	11,1	8,74	88,1	2,81	55,5	2,23	117	3,24	27,1	1,56
75.90.9	27,6	20,1	38,8	8,5	4,5	7,69	6,41	14,1	11,1	110	2,79	69,1	2,21	145	3,21	34,1	1,56
75.90.11	28,3	20,9	40,0			9,27	7,73	17,0	13,4	130	2,77	81,7	2,19	171	3,17	40,9	1,55
75.100.7	30,6	18,3	35,2			6,80	5,10	11,9	9,32	118	3,15	56,9	2,19	145	3,49	30,1	1,59
75.100.9	31,5	19,1	36,4	10	5	8,63	6,47	15,1	11,8	148	3,13	71,0	2,17	181	3,47	37,8	1,59
75.100.11	32,3	19,9	37,5			10,40	7,80	18,2	14,3	176	3,11	84,0	2,15	214	3,44	45,4	1,58
75.130.8	43.6	15,5	31,3			10,08	5,82	15,9	12,5	276	4,17	68,3	2,08	303	4,37	41,3	1,61
75.130.10	44.5	17,3	32,3	10,5	5,5	12,43	7,17	19,6	15,4	337	4,14	82,9	2,06	369	4,34	50,6	1,61
75.130.12	45,3	18,1	33,1			14,78	8,52	23,3	18,3	395	4,12	96,5	2,04	432	4,31	59,6	1,60
75.150.9	52,8	15,7	29,7			13,00	6,50	19,5	15,3	455	4,83	78,3	2,00	484	4,98	50,0	1,60
75.150.11	53.7	16,5	30,5	10,5	5,5	15,73	7,87	23,6	18,6	545	4,80	93,0	1,98	578	4,95	59,8	1,59
75.150.13	54.5	17,3	31,4			18,47	9,23	27,7	21,7	631	4,78	107	1,96	668	4,91	69,4	1,58

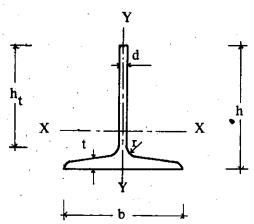
BAJA ⊥



Profil	Ukuran dalam mm					Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X			Terhadap Sumbu Y–Y		
	b	h	d = t = r	r_i	s	rusuk	kaki	profil	kg/m'	I_x	i_x	W_x	I_y	i_y	W_y
1½	15	15	3	1	4,6	0,37	0,45	0,82	0,65	0,15	0,43	0,14	0,08	0,32	0,11
2	20	20	3	1	5,8	0,52	0,60	1,12	0,88	0,38	0,58	0,27	0,20	0,42	0,20
2½	25	25	3,5	1	7,3	0,77	0,87	1,64	1,29	0,87	0,73	0,49	0,43	0,51	0,34
3	30	30	4	1	8,5	1,06	1,20	2,26	1,77	1,72	0,87	0,80	0,87	0,62	0,58
3½	35	35	4,5	1	9,9	1,40	1,57	2,97	2,33	3,10	1,04	1,23	1,57	0,73	0,90
4	40	40	5	1	11,2	1,77	2,00	3,77	2,96	5,28	1,18	1,84	2,58	0,83	1,29
4½	45	45	5,5	1,5	12,6	2,20	2,47	4,67	3,67	8,13	1,32	2,51	4,01	0,93	1,78
5	50	50	6	1,5	13,9	2,66	3,00	5,66	4,44	12,1	1,46	3,36	6,06	1,03	2,42
6	60	60	7	2	16,6	3,74	4,20	7,94	6,23	23,8	1,73	5,48	12,2	1,24	4,07
7	70	70	8	2	19,4	5,00	5,60	10,6	8,32	44,5	2,05	8,79	22,1	1,44	6,32
8	80	80	9	2	22,2	6,40	7,20	13,6	10,7	73,7	2,33	12.8	37,0	1,65	9,25
9	90	90	10	2,5	24,8	8,10	9,00	17,1	13,4	119	2,64	18,2	58,5	1,85	13,0
10	100	100	11	3	27,4	9,90	11,0	20,9	16,4	179	2,92	24,6	88,3	2,05	17,7
12	120	120	13	3	32,8	14,0	15,6	29,6	23,2	366	3,51	42,0	178	2,45	29,7
14	140	140	15	4	38,0	18,9	21,0	39,9	31,3	660	4,07	64,7	330	2,88	47,2
16	160	160	15	4	42,0	21,8	24,0	45,8	35,9	1010	4,68	95,5	490	3,27	61,3
18	180	180	18	4,5	48,0	29,3	32,4	61,7	48,5	1720	5,27	130	857	3,73	95,2
6.3	60	30	5,5	1,5	6,7	1,64	3,30	4,64	3,64	2,58	0,75	1,11	8,62	1,36	2,87
7.3½	70	35	6	1,5	7,7	1,74	4,20	5,94	4,66	4,49	0,87	1,65	15,1	1,59	4,31
8.4	80	40	7	2	8,8	2,31	5,60	7,91	6,21	7,81	0,99	2,50	28,5	1,90	7,13
9.4½	90	45	8	2	10,0	3,00	7,20	10,2	8,01	12,7	1,11	3,63	46,1	2,12	10,2
10.5	100	50	8,5	2	10,9	3,50	8,50	12,0	9,42	18,7	1,25	4,78	67,7	2,38	13,5
12.6	120	60	10	2,5	13,0	5,00	12,0	17,0	13,4	38,0	1,49	8,09	137	2,84	22,8
14.7	140	70	11,5	3	15,1	6,70	16,1	22,8	17,9	68,9	1,74	12,6	258	3,36	36,9
16.8	160	80	13	3,5	17,2	8,70	20,8	29,5	23,2	117	1,99	18,6	422	3,78	52,8
18.9	180	90	14.5	3,5	19,3	10.9	26,1	37,0	29,1	185	2,24	26,2	670	4,25	74,4
20.10	200	100	16	4	21,4	13,4	32,0	45,4	35,6	277	2,47	35.2	1000	4,69	100

I_x, I_y = (cm^4)
i_x, i_y = (cm)
W_x, W_y = (cm^3)

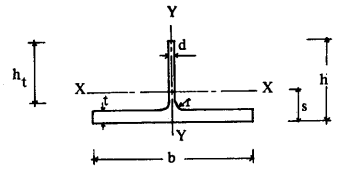
BAJA PROFIL $\frac{1}{2}$ INP.



Profil	Ukuran dalam mm						Penampang dalam cm2			Berat	Terhadap Sumbu X–X			Terhadap Sumbu Y–Y		
	b	h	d=r	t	h_t	s	rusuk	kaki	profil	kg/m'	I_x	i_x	W_x	I_y	i_y	W_y
8	42	40	3,9	5,9	29	9,9	1,31	2,48	3,79	2,98	4,56	1,10	1,52	3,15	0,91	1,50
10	50	50	4,5	6,8	37	12,5	1,90	3,40	5,30	4,16	10,8	1,42	2,87	6,10	1,07	2,44
12	58	60	5,1	7,7	46	15,2	2,63	4,47	7,10	5,60	21,2	1,73	4,74	10,8	1,23	3,71
14	66	70	5,7	8,6	54	17,9	3,48	5,67	9,15	7,20	37,9	2,03	7,26	17,6	1,40	5,35
16	74	80	6,3	9,5	62	20,4	4,37	7,03	11,4	8,95	62,2	2,34	10,5	27,4	1,55	7,40
18	82	90	6,9	10,4	71	23,0	5,47	8,53	14,0	11,0	99,7	2,65	14,9	40,7	1,71	9,90
20	90	100	7,5	11,3	79	25,7	6,60	10,2	16,8	13,2	144	2,93	19,4	58,5	1,87	13,0
22	98	110	8,1	12,2	87	28,2	7,80	12,0	19,8	15,1	205	3,21	25,0	81,0	2,02	16,6
24	106	120	8,7	13,1	96	30,9	9,20	13,9	23,1	18,1	289	3.54	32,5	111	2,20	20,9
26	113	130	9,4	14,1	104	33,7	10,8	15,9	26,7	21,0	397	3,85	41,2	144	2,32	25,5
28	119	140	10,1	15,2	112	36,7	12,5	18,1	30,6	24,0	528	4,16	51,1	182	2,45	30,6
30	125	150	10,8	16,2	120	39,7	14,4	20,2	34,6	27,1	699	4,50	63,4	226	2,56	36,1
32	131	160	11,5	17,3	128	42,7	16,2	22,7	38,9	30,6	888	4,77	75,7	278	2,67	42,4
34	137	170	12,2	18,3	137	45,6	18,3	25,1	43,4	34,1	1130	5,10	90,9	337	2,80	49,2
36	143	180	13,0	19,5	145	48,7	20,7	27,9	48,6	38,1	1420	5,40	108	409	2,90	57,0
38	149	190	13,7	20,5	153	51,5	23,0	30,5	53,5	42,0	1740	5,71	126	488	3,02	65,5
40	155	200	14,4	21,6	161	54,7	25,5	33,5	59,0	46,3	2150	6,04	140	580	3,13	74,5
42½	163	213	15,3	23,0	171	58,0	28,5	37,5	66,0	52,0	2720	6,42	176	720	3,30	88,0
45	170	225	16,2	24.3	181	61,7	32,2	41,3	73,5	57,5	3350	6,75	205	865	3,43	102
47½	178	238	17,1	25,6	192	65,7	35,9	45,6	81,5	64,0	4190	7,17	244	1050	3,60	118
50	185	250	18,0	27,0	202	70,0	40,0	50,0	90,0	70,5	5210	7,61	289	1240	3,72	134
55	200	275	19,0	30,0	222	75,9	47,0	60,0	107	83,5	7390	8,33	371	1750	4,02	175
60	215	300	21,6	32,4	242	85,0	57,3	69.7	127	99,5	10820	9,23	503	2340	4,30	217

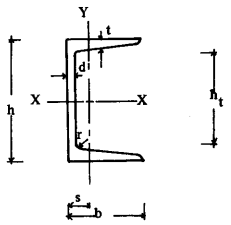
I_x, I_y : (cm^4)
i_x, i_y : (cm)
W_x, W_y : (cm^3)

BAJA PROFIL $\frac{1}{2}$ DIN.



Profil	Ukuran dalam mm						Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X			Terhadap Sumbu Y–Y		
	b	h	d	t	r	h_t	rusuk	kaki	profil	kg/m'	I_x	i_x	W_x	I_y	i_y	W_y
10	100	50	6,5	11	11	28	3,1	11,0	14,1	11,0	15,7	1,05	3,94	92,0	2,56	18,4
12	120	60	6,5	11	11	38	3,7	13,2	16,9	13,3	32,2	1,38	6,64	109	3,06	26,5
14	140	70	8	12	12	46	5,3	16,8	22,1	17,3	64,0	1,70	9,67	275	3,53	38,5
15	150	75	8	12	12	51	5,7	18,0	23,7	18,6	84,2	1,89	13,9	338	3,78	45,0
16	160	80	9	14	14	52	6,8	22,4	29,2	22,9	106	1,91	16,5	479	4,05	60,0
18	180	90	9	14	14	62	7,7	25,2	32,9	25,8	150	2,14	20,5	682	4,55	75,5
20	200	100	10	16	15	69	9,4	32,0	41,4	32,5	229	2,35	28,1	1070	5,08	107
22	220	110	10	16	15	79	10,4	35,2	45,6	35,8	319	2,64	35,4	1420	5,58	129
24	240	120	11	18	17	85	12,3	43,2	55,5	43,7	428	2,78	43,4	2080	6,10	173
25	250	125	11	18	17	90	13,0	45,0	58,0	45,5	505	2,95	49,1	2350	6,36	188
26	260	130	11	18	17	95	13,7	46,8	60,5	47,4	568	3,06	52,9	2640	6,61	203
28	280	140	12	20	18	102	16,0	56,0	72,0	56,4	765	3,26	66,2	3660	7,15	262
30	300	150	12	20	18	112	17,0	60,0	77,0	60,4	934	3,48	75,0	4500	7,64	300
32	300	160	13	22	20	118	19,5	66,0	85,5	67,2	1240	3,81	94,1	4960	7,60	331
34	300	170	13	22	20	128	21,0	66,0	87,0	68,3	1490	4,14	107	4960	7,54	331
36	300	180	14	24	21	135	23,5	72,0	95,5	75,2	1850	4,40	126	5410	7,51	361
38	300	190	14	24	21	145	25,0	72,0	97,0	76,3	2160	4,72	139	5410	7,46	361
40	300	200	14	26	21	153	27,0	78,0	105	81,8	2540	4,92	156	5860	7,49	391
42½	300	213	14	26	21	166	28,0	78,0	106	83,2	3010	5,33	174	5860	7,43	391
45	300	225	15	28	23	174	32,0	84,0	116	90,9	3780	5,71	208	6310	7,38	421
47½	300	238	15	28	23	187	34,0	84,0	118	92,4	4430	6,12	231	6310	7,32	421
50	300	250	16	30	24	196	38,0	90,0	128	100	5460	6,54	273	6760	7,26	451
55	300	275	16	30	24	221	42,0	90,0	132	103	7220	7,39	330	6760	7,16	451
60	300	300	17	32	26	242	49,0	96,0	145	113	9780	8,21	414	7220	7,06	481
65	300	325	17	32	26	267	53,0	96,0	149	117	12360	9,10	486	7220	6,96	481
70	300	350	18	34	27	289	60,0	102	162	127	16080	9,96	593	7670	6,88	512
75	300	375	18	34	27	314	65,0	102	167	131	19590	10,8	679	7670	6,79	512
80	300	400	18	34	27	339	69,0	102	171	134	23550	11,7	771	7680	6,70	512
85	300	425	19	36	30	359	78,0	108	186	146	29390	12,6	913	8130	6,61	542
90	300	450	19	36	30	384	83,0	108	191	150	33600	13,3	991	8140	6,53	543
95	300	475	19	36	30	409	88,0	108	196	153	40330	13,3	1140	8140	6,45	543
100	300	500	19	36	30	434	92,0	108	200	157	46680	15,3	1260	8140	6,37	543

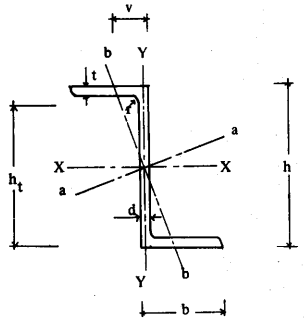
BAJA PROFIL ⊏



Tanda : ⊏NP .....
Panjang Normal : 4 – 12 m
I_x , I_y : cm^4 ; i_x , i_y : cm
W_x , W_y : cm^3 ; k_x : cm.

Profil	Ukuran dalam mm							Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X				Terhadap Sumbu Y–Y		
	h	b	d	t=r	r_i	s	h_t	flens b_t	badan	profil	kg/m'	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
3	30	33	5	7	3,5	13,1	1	2,3	0,8	5,4	4,27	6,39	1,08	0,78	4,26	5,33	0,99	2,68
4	40	35	5	7	3,5	13,3	11	2,5	1,2	6,2	4,87	14,1	1,50	1,14	7,05	6,68	1,04	3,08
5	50	38	5	7	3,5	13,7	20	2,7	1,7	7,1	5,59	26,4	1,92	1,49	10,6	9,12	1,13	3,75
6½	65	42	5,5	7,5	4	14,2	33	3,2	2,6	9,0	7,09	57,5	2,52	1,96	17,7	14,1	1,25	5,07
8	80	45	6	8	4	14,5	46	3,6	3,8	11,0	8,64	106	3,10	2,41	26,5	19,4	1,33	6,36
10	100	50	6	8,5	4,5	15,5	64	4,3	4,9	13,5	10,6	206	3,91	3,05	41,2	29,3	1,47	8,49
12	120	55	7	9	4,5	16,0	82	5,0	7,0	17,0	13,4	364	4,62	3,57	60,7	43,2	1,59	11,1
14	140	60	7	10	5	17,5	98	6,0	8,4	20,4	16,0	605	5,45	4,23	86,4	62,7	1,75	14,8
16	160	65	7,5	10,5	5,5	18,4	115	6,8	10,4	24,0	18,8	925	6,21	4,83	116	85,3	1,89	18,3
18	180	70	8	11	5,5	19,2	133	7,7	12,6	28,0	22,0	1350	6,95	5,36	150	114	2,02	22,4
20	200	75	8,5	11,5	6	20,1	151	8,6	15,0	32,2	25,3	1910	7,70	5,93	191	148	2,14	27,0
22	220	80	9	12,5	6,5	21,4	167	10,0	17,4	37,4	29,4	2690	8,48	6,55	245	197	2,30	33,6
24	240	85	9,5	13	6,5	22,3	184	11,1	20,1	42,3	33,2	3600	9,22	7,09	300	248	2,42	39,6
26	260	90	10	14	7	23,6	200	12,6	23,1	48,3	37,9	4820	9,99	7,68	371	317	2,56	47,7
28	280	95	10	15	7,5	25,3	216	14,3	24,7	53,3	41,8	6280	10,9	8,41	448	399	2,74	57,2
30	300	100	10	16	8	27,0	232	16,0	26,8	58,8	46,2	8030	11,7	9,10	535	495	2,90	67,8
32	320	100	14	17,5	8,8	26,0	246	17,5	40,8	75,8	59,5	10870	12,1	8,96	679	597	2,81	80,6
35	350	100	14	16	8	24,0	282	16,0	45,3	77,3	60,6	12840	12,9	9,50	734	570	2,72	75,0
38	380	102	13,3	16	11,2	23,5	312	16,3	47,1	79,7	62,6	15730	14,1	10,4	826	613	2,78	78,4
40	400	110	14	18	9	26,5	324	19,8	51,9	91,5	71,8	20350	14,9	11,1	1020	846	3,04	102

BAJA PROFIL ⅂

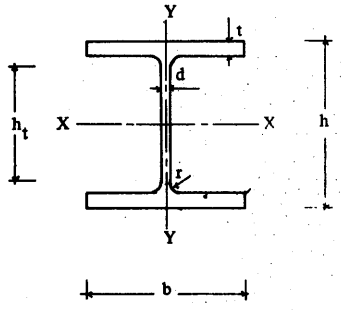


Tanda : ⅂NP .....
Panjang normal : NP 3 : 3 – 8 m
NP 4-20 : 3–10 m

I_x , I_y : (cm^4) : i_x , i_y : (cm)
W_x , W_y : (cm^3)

Profil	Ukuran dalam mm							Penampang (cm2)			Berat	Terhadap Sumbu X–X			Terhadap Sumbu Y–Y			Terhadap Sumbu a–a			Terhadap Sumbu b–b		
	h	b	d	t=r	r_i	v	h_t	flens b_t	badan	profil	Kg/m'	I_x	i_x	W_x	I_y	i_y	W_y	I_a	i_a	W_a	I_b	i_b	W_b
3	30	38	4	4,5	2,5	26,8	21	1,71	0,90	4,32	3,39	5,96	1,17	3,97	13,7	1,78	3,80	18,1	2,04	4,69	1,54	0,60	1,11
4	40	40	4,5	5	2,5	25,9	30	2,00	1,43	5,43	4,26	13,5	1,58	6,75	17,6	1,80	4,66	28,0	2,27	6,72	3,05	0,75	1,83
5	50	43	5	5,5	3	26,0	39	2,36	2,05	6,77	5,31	26,3	1,97	10,5	23,8	1,88	5,88	44,9	2,57	9,76	5,23	0,88	2,76
6	60	45	5	6	3	25,9	48	2,70	2,51	7,91	6,21	44,7	2,38	14,9	30,1	1,95	7,09	67,2	2,81	13,5	7,60	0,98	3,73
8	80	50	6	7	3,5	26,5	66	3,50	4,10	11,1	8,71	109	3,13	27,3	47,4	2,07	10,1	142	3,58	24,4	14,7	1,15	6,44
10	100	55	6,5	8	4	27,8	84	4,40	5,70	14,5	11,4	222	3,91	44,4	72,5	2,24	14,0	270	4,31	39,8	24,6	1,30	9,26
12	120	60	7	9	4,5	29,5	102	5,40	7,40	18,2	14,3	402	4,70	67,0	106	2,42	18,8	470	5,08	60,6	37,7	1,44	12,5
14	140	65	8	10	5	30,9	120	6,50	9,90	22,9	18,0	676	5,43	96,6	148	2,54	24,3	768	5,79	88,0	56,4	1,57	16,6
16	160	70	8,5	11	5,5	32,8	138	7,70	12,1	27,5	21,6	1050	6,20	132	211	2,77	32,1	1180	6,57	121	79,5	1,70	21,4
18	180	75	9,5	12	6	34,4	156	9,00	15,3	33,3	26,1	1600	6,92	178	270	2,84	38,4	1760	7,26	164	110	1,82	27,0
20	200	80	10	13	6,5	36,3	174	10,4	17,9	38,7	30,4	2300	7,71	230	357	3,04	47,6	2510	8,06	213	147	1,95	33,4

BAJA I PROFIL, FLENS LEBAR DIH



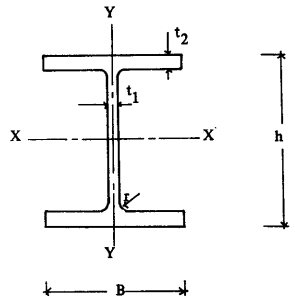
Tanda : I DiH
Panjang normal : 3 – 15 m

I_x , I_y : (cm^4)
i_x , i_y : (cm) ; k_x :(cm)
W_x , W_y : (cm^3)

Profil	Ukuran dalam mm						Penampang, cm2			Berat	Terhadap Sumbu X–X					Terhadap Sumbu Y–Y		
	h	b	d	t	r	h_t	flens b_t	badan	profil	kg/m'	S_x	I_x	i_x	k_x	W_x	I_y	i_y	W_y
94.130	94	130	5	8	11	56	10,4	4,9	25,7	20,2	49	419	4,04	3,47	89,2	293	3,38	45,1
114.150	114	150	5	8	11	76	12,0	5,9	29,9	23,5	70	737	4,96	4,32	129	450	3,88	60,0
133.170	133	170	5,5	8,5	12	92	14,5	7,5	36,5	28,7	100	1230	5,81	5,07	185	697	4,37	81,9
143.180	143	180	5,5	8,5	12	102	15,3	8,2	38,8	30,4	114	1520	6,27	5,49	213	827	4,62	91,9
150.190	150	190	6	9	14	104	17,1	9,6	43,8	34,4	134	1880	6,56	5,73	251	1030	4,85	108
172.200	172	200	6,5	10	14	124	20,0	11,6	51,6	40,5	182	2910	7,51	6,56	338	1330	5,09	133
190.220	190	220	7	11	15	138	24,2	13,7	62,1	48,7	243	4280	8,31	7,26	451	1950	5,61	178

BAJA PROFIL "WIDE FLANGE"

(Profil WF atau Profil W)



Seri dalam inch :

Profil	Berat		Tinggi (A)		Lebar (B)		Luas		Tebal		(r)	momen inersia		jari-jari inersia		momen lawan	
	lbs/ ft	kg/m'	in	mm	in	mm	in2	cm2	(t_1) mm	(t_2) mm	mm	I_x cm4	I_y cm4	i_x cm	i_y cm	W_x cm3	W_y cm3
W36x300	300	446,4	36,72	933	16,655	423	88,3	569,6	24,00	42,67	25,9	844600	46730	38,53	9,47	18112,8	2410,9
W36x280	280	416,7	36,50	927	16,595	422	82,4	531,1	22,48	39,88	25,9	783400	46320	38,40	9,40	16901,4	2227,4
W36x260	260	386,9	36,24	920	16,555	421	76,5	493,9	21,46	36,58	25,9	717400	45880	38,10	9,27	15588,5	2020,9
W36x245	245	364,6	36,06	916	16,512	419	72,1	467,7	20,37	34,29	25,9	669900	45560	37,97	9,19	14628,1	1875,0
W36x230	230	342,3	35,88	911	16,475	418	67,7	437,0	19,43	32,00	25,9	623900	45250	37,80	9,12	13693,8	1732,4
W36x194	194	288,7	36,48	927	12,117	308	57,2	368,5	19,56	32,00	20,3	503800	14790	36,98	6,32	10876,4	982,1
W36x182	182	270,8	36,32	923	12,072	307	53,6	345,2	18,42	29,97	20,3	469600	13640	36,88	6,27	10181,5	890,0
W36x170	170	253,0	36,16	918	12,027	305	50,0	322,5	17,27	27,94	20,3	435800	12510	36,75	6,22	9491,4	879,5
W36x160	160	238,1	36,00	914	12,000	305	47,1	303,8	16,59	25,91	20,3	405400	11460	36,52	6,15	8867,0	752,3
W36x150	150	223,2	35,84	910	11,972	304	44,2	284,9	15,88	23,88	20,3	375200	10420	36,30	6,04	8242,5	655,1
W36x135	135	200,9	35,55	903	11,945	303	39,8	258,1	15,19	20,17	20,3	324500	8621	35,58	5,79	7188,6	568,7
W33x240	240	357,2	33,50	851	15,865	403	70,6	455,0	21,08	35,56	24,4	565500	36400	35,28	8,94	13293,9	1806,2
W33x220	220	327,4	33,25	845	15,810	402	64,8	412,6	19,69	32,39	24,4	512500	32570	35,03	8,84	12188,4	1622,8
W33x200	200	297,6	33,00	838	15,750	400	58,9	379,3	18,16	29,21	24,4	459900	28790	34,82	8,71	10974,7	1439,0
W33x152	152	226,2	33,50	851	11,565	294	44,8	288,5	16,13	26,80	19,0	339200	10660	34,29	6,07	7972,1	726,1

Profil	Berat		Tinggi (A)		Lebar (B)		Luas		Tebal (t_1)	(t_2)	(r)	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
	lbs/ ft	kg/m'	in	mm	in	mm	in2	cm2	mm	mm	mm	I_x cm4	I_y cm4	i_x cm	i_y cm	W_x cm3	W_y cm3
W33x141	141	209,8	33,31	846	11,535	293	41,6	267,8	15,37	24,38	19,0	309800	9562	34,01	5,97	7823,0	652,3
W33x130	130	193,5	33,10	841	11,510	292	38,3	246,8	14,73	21,72	19,0	278900	8384	33,60	5,82	6634,7	573,7
W33x118	118	175,6	32,86	835	11,484	292	34,8	223,9	14,07	18,74	19,0	245100	7089	33,07	5,64	5872,5	486,8
W30x210	210	312,5	30,38	772	15,105	384	61,9	398,6	19,69	33,40	23,1	410100	29470	32,10	8,58	10651,9	1535,7
W30x190	190	282,8	30,12	765	15,040	382	56,0	360,6	18,03	30,10	23,1	367400	26000	31,93	8,48	9606,2	1362,0
W30x172	172	256,0	29,88	759	14,985	381	50,7	326,8	16,64	27,05	23,1	328500	22900	31,70	8,38	8657,2	1203,0
W30x132	132	196,4	30,30	770	10,551	268	38,9	250,5	15,62	25,40	17,8	239500	7701	30,91	5,54	6223,3	575,3
W30x124	124	184,5	30,16	766	10,521	267	36,5	235,2	14,86	23,62	17,8	222600	7064	30,76	5,49	5811,9	529,4
W30x116	116	172,6	30,00	762	10,500	267	34,2	220,2	14,33	21,59	17,8	204800	6377	30,48	5,38	5374,3	478,6
W30x108	108	160,7	29,82	757	10,484	266	31,8	205,0	13,92	19,30	17,8	185700	5624	30,10	5,23	4903,9	422,9
W30x99	99	147,3	29,64	753	10,458	266	29,1	187,8	13,26	17,02	17,8	166000	4866	29,72	5,08	4410,5	367,1
W27x177	177	263,4	27,31	694	14,090	358	52,2	336,1	18,42	30,23	21,8	280100	21600	28,85	8,03	8077,0	1207,9
W27x160	160	238,1	27,08	688	14,023	356	47,1	303,5	16,71	27,31	21,8	250500	19060	28,73	7,92	7285,4	1070,3
W27x145	145	215,8	26,88	683	13,965	355	42,7	275,4	15,24	24,77	21,8	225400	16940	28,60	7,85	6603,5	956,5
W27x114	114	169,7	27,28	693	10,070	256	33,6	216,3	14,48	23,67	16,2	169900	6228	28,02	5,36	4903,9	486,8
W27x102	102	151,8	27,07	688	10,018	254	30,0	193,6	13,16	21,01	16,2	150000	5391	27,83	5,28	4364,7	424,5
W27x94	94	139,9	26,91	684	9,990	254	27,7	178,4	12,45	18,97	16,2	136000	4791	27,61	5,18	3979,5	377,0
W27x84	84	125,0	26,69	678	9,963	253	24,8	159,4	11,76	16,15	16,2	117600	3984	27,15	5,00	3469,8	314,7
W24x160	160	238,1	24,72	628	14,091	358	47,1	303,5	16,66	28,83	17,8	212700	20510	26,47	8,20	6777,3	1145,7
W24x145	145	215,8	24,49	622	14,043	357	42,7	275,0	15,44	25,91	17,8	189900	18080	26,26	8,10	6105,3	1012,9
W24x130	130	193,5	24,25	616	14,000	356	38,3	246,5	14,35	22,86	17,8	166900	15620	26,01	7,95	5420,2	878,6
W24x120	120	178,6	24,31	617	12,088	307	35,4	227,7	14,12	23,62	17,8	151300	10570	25,78	6,81	4902,2	688,4
W24x110	110	163,7	24,16	614	12,042	306	32,5	208,8	12,95	21,72	17,8	138000	9537	25,70	6,76	4497,4	622,8
W24x100	100	148,8	24,00	610	12,000	305	29,5	189,9	11,89	19,69	17,8	124400	8471	25,60	6,68	4079,5	555,6
W24x94	94	139,9	24,29	617	9,061	230	27,7	178,3	13,11	22,15	13,8	111700	4254	25,02	4,88	3620,6	370,4
W24x84	84	125,0	24,09	612	9,015	229	24,7	159,4	11,94	19,61	13,8	98420	3676	24,84	4,80	3217,4	321,2
W24x76	76	113,1	23,91	607	8,985	228	22,4	144,3	11,18	17,32	13,8	87270	5184	24,59	4,70	2874,8	278,6
W24x68	68	101,2	23,71	602	8,961	228	20,0	129,0	10,57	14,78	13,8	75530	2656	24,21	4,55	2590,3	232,7
W24x61	61	90,8	23,72	602	7,023	178	18,0	116,1	10,64	15,01	11,2	64099	1428	23,49	3,51	2130,3	159,9
W24x55	55	81,8	23,55	598	7,000	178	16,2	104,5	10,05	12,77	11,2	55775	1203	23,11	3,40	1868,1	135,2

Profil	Berat		Tinggi (A)		Lebar (B)		Luas		Tebal		(r)	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
	lbs/ ft	kg/m'	in	mm	in	mm	in2	cm2	(t_1) mm	(t_2) mm	mm	I_x cm4	I_y cm4	i_x cm	i_y cm	W_x cm3	W_y cm3
W21x142	142	211,3	21,46	545	13,132	334	41,8	269,4	16,74	27,81	16,5	141700	16060	22,94	7,72	5198,9	963,7
W21x127	127	189,0	21,24	539	13,061	332	37,4	240,9	14,94	25,02	16,5	125600	14100	22,83	7,64	4658,4	849,0
W21x112	112	166,7	21,00	533	13,000	330	33,0	212,5	13,39	21,97	16,5	109100	12060	22,66	7,52	4090,9	731,0
W21x96	96	142,9	21,14	537	9,038	230	28,3	182,0	14,61	23,75	16,5	86960	4550	21,84	5,00	3238,7	396,6
W21x82	82	122,0	20,86	530	8,962	228	24,2	155,5	12,67	20,19	16,5	72950	3730	21,67	4,90	2753,5	327,8
W21x73	73	108,6	21,24	539	8,295	211	21,5	138,5	11,56	18,80	13,7	66620	2756	21,94	4,47	2470,0	262,2
W21x68	68	101,2	21,13	537	8,270	210	20,0	129,2	10,40	17,40	13,7	61540	2514	21,82	4,42	2293,0	239,3
W21x62	62	92,27	20,99	533	8,240	209	18,3	117,6	10,16	15,62	13,7	55230	2210	21,67	4,34	2071,7	211,4
W21x55	55	81,85	20,80	528	8,215	209	16,2	104,4	9,52	13,26	13,7	47490	1832	21,34	4,19	1798,0	175,4
W21x49	49	72,9	20,82	529	6,520	166	14,4	93,0	9,35	13,51	13,7	40400	1020	20,80	3,30	1530,0	123,0
W21x44	44	65,5	20,66	525	6,500	165	13,0	83,5	8,84	11,46	13,7	35100	857	20,50	3,20	1340,0	104,0
W18x114	114	169,7	18,48	469	11,833	301	33,5	216,2	15,11	25,17	15,2	84660	10640	19,79	7,01	3607,4	708,0
W18x105	105	156,3	18,32	465	11,792	300	30,9	199,1	14,07	23,14	15,2	77120	9616	19,68	6,93	3314,0	642,5
W18x96	96	142,9	18,16	461	11,750	298	28,2	182,1	13,00	21,11	15,2	69710	8609	19,56	6,88	3022,3	576,9
W18x85	85	126,5	18,32	465	8,838	224	25,0	161,1	13,36	23,14	15,2	59520	4138	19,23	5,08	2558,5	368,8
W18x77	77	114,6	18,16	461	8,787	223	22,7	146,0	12,07	21,00	15,2	53570	3688	19,15	5,03	2322,5	331,1
W18x70	70	104,2	18,00	457	8,750	222	20,6	132,6	11,13	19,08	15,2	48030	3268	19,02	4,95	2101,2	293,4
W18x64	64	95,24	17,87	454	8,715	221	18,9	121,3	10,24	17,42	15,2	43530	2926	18,95	4,90	1917,6	263,9
W18x60	60	89,29	18,25	464	7,558	192	17,7	113,8	10,57	17,65	10,9	40960	1961	18,97	4,14	1766,8	204,9
W18x55	55	81,85	18,12	460	7,532	191	16,2	104,5	9,91	16,00	10,9	37040	1748	18,82	4,09	1609,5	181,9
W18x50	50	74,41	18,00	457	7,500	191	14,7	94,9	9,09	14,48	10,9	33330	1548	18,74	4,04	1458,7	162,3
W18x45	45	66,97	17,86	454	7,477	190	13,2	85,4	8,51	12,67	10,9	29330	1328	18,54	3,94	1293,2	139,3
W18x40	40	59,50	17,90	455	6,018	153	11,8	75,9	8,03	13,31	10,9	25400	791	18,30	3,23	1120,0	103,0
W18x35	35	52,10	17,71	450	6,000	152	10,3	66,5	7,57	10,90	10,9	21300	641	17,90	3,10	949,0	83,9
W16x96	96	142,9	16,32	415	11,533	293	28,2	182,1	13,59	22,23	15,2	56410	8625	17,60	6,88	2722,4	588,4
W16x88	88	131,0	16,16	410	11,502	292	25,9	167,0	12,80	20,19	15,2	50890	7710	17,45	6,78	2479,8	527,8
W16x78	78	116,1	16,32	415	8,586	218	23,0	147,9	13,44	22,23	15,2	43400	3642	17,12	4,95	2094,6	334,4
W16x71	71	105,7	16,16	410	8,543	217	20,9	134,6	12,34	20,19	15,2	39000	3243	17,01	4,90	1899,6	298,3
W16x64	64	95,24	16,00	406	8,500	216	18,8	121,3	11,25	18,16	15,2	34710	2847	16,92	4,85	1707,8	263,9
W16x58	58	86,31	15,86	403	8,464	215	17,1	109,9	10,34	16,38	15,2	31700	2518	16,81	4,78	1542,3	234,4

Profil	Berat		Tinggi (A)		Lebar (B)		Luas		Tebal		(r)	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
	lbs/ ft.	kg/m'	in	mm	in	mm	in2	cm2	(t_1) mm	(t_2) mm	mm	I_x cm4	I_y cm4	i_x cm	i_y cm	W_x cm3	W_y cm3
W16x50	50	74,41	16,25	413	7,073	180	14,7	94,8	9,65	15,95	10,9	27280	1440	16,97	3,91	1322,7	160,6
W16x45	45	66,97	16,12	409	7,039	179	13,3	85,4	8,79	14,30	10,9	24280	1270	16,86	3,86	1186,6	142,6
W16x40	40	59,53	16,00	406	7,000	178	11,8	75,9	7,80	12,78	10,9	21460	1103	16,81	3,81	1055,5	124,6
W16x36	36	53,57	15,85	403	6,992	178	10,6	68,3	7,59	10,87	10,9	18580	920	16,48	3,68	922,8	103,2
W14x426	426	634,0	18,69	475	16,695	424	125	808,1	47,63	77,04	15,2	275200	98220	18,44	11,02	11594,3	4633,4
W14x398	398	592,3	18,31	465	16,590	421	117	754,7	44,96	72,21	15,2	250300	90320	18,21	10,95	10766,6	4287,6
W14x370	370	550,6	17,94	456	16,475	418	109	701,8	42,04	67,51	15,2	227000	82670	17,98	10,84	9966,8	3981,6
W14x342	342	509,0	17,56	446	16,365	416	101	649,0	39,24	62,69	15,2	204400	75220	17,75	10,77	9168,6	3618,9
W14x314	314	467,3	17,19	437	16,235	412	92,3	595,5	35,94	57,99	15,2	183100	67910	17,53	10,67	8390,0	3294,4
W14x287	287	427,1	16,81	427	16,130	410	84,4	544,3	33,27	53,16	15,2	162800	61050	17,30	10,59	7629,5	2979,7
W14x264	264	392,9	16,50	419	16,025	407	77,6	500,8	30,61	49,23	15,2	146800	55420	17,12	10,52	7005,1	2772,4
W14x246	246	366,1	16,25	413	15,945	405	72,3	466,6	28,58	46,05	15,2	134400	51060	16,97	10,46	6513,4	2522,4
W14x237	237	352,7	16,12	409	15,910	404	69,7	449,6	27,69	44,40	15,2	128200	48900	16,89	10,44	6264,2	2420,8
W14x228	228	339,3	16,00	406	15,865	403	67,1	432,6	26,54	42,88	15,2	122500	46820	16,81	10,41	6028,2	2324,1
W14x219	219	325,9	15,87	403	15,825	402	64,4	415,2	25,53	41,22	15,2	116500	44680	16,74	10,36	5779,1	2222,5
W14x211	211	314,0	15,75	400	15,800	401	62,1	400,5	24,89	39,70	15,2	111200	42820	16,66	10,34	5559,5	2134,0
W14x202	202	300,6	15,63	397	15,750	400	59,4	383,2	23,62	38,18	15,2	105700	40780	16,61	10,31	5325,1	2038,9
W14x193	193	287,2	15,50	394	15,710	399	56,7	366,0	22,61	36,53	15,2	100000	38720	16,54	10,29	5080,9	1940,6
W14x184	184	273,8	15,38	391	15,660	398	54,1	348,8	21,34	35,00	15,2	94700	36740	16,48	10,26	4848,2	1847,2
W14x176	176	261,9	15,25	387	15,640	397	51,7	333,7	20,83	33,35	15,2	89480	34880	16,38	20,21	4620,3	1755,4
W14x167	167	248,5	15,12	384	15,600	396	49,1	316,7	19,81	31,70	15,2	84120	32890	16,31	10,18	4381,0	1660,3
W14x158	158	235,1	15,00	381	15,550	395	46,5	299,8	18,54	30,18	15,2	79120	31010	16,26	10,16	4153,2	1570,2
W14x150	150	223,2	14,88	378	15,515	394	44,1	284,4	17,65	28,65	15,2	74380	29240	16,18	10,13	3936,9	1484,9
W14x142	142	211,3	14,75	375	15,500	394	41,8	270,0	17,27	27,00	15,2	69610	27480	16,05	10,08	3715,6	1396,4
W14x136	136	202,4	14,75	375	14,740	374	40,0	257,9	16,76	27,00	15,2	66310	23630	16,03	9,58	3540,2	1262,0
W14x127	127	189,0	14,62	371	14,690	373	37,3	240,8	15,49	25,35	15,2	61470	21960	15,98	9,55	3310,7	1176,8
W14x119	119	177,1	14,50	368	14,650	372	35,0	225,7	14,48	23,83	15,2	57160	20470	15,90	9,52	3104,3	1099,8
W14x111	111	165,2	14,37	365	14,620	371	32,7	210,6	13,72	22,17	15,2	52720	18940	15,82	9,47	2889,6	1019,4
W14x103	103	153,3	14,25	362	14,575	370	30,3	195,2	12,57	20,65	15,2	48530	17470	15,77	9,45	2681,4	944,1
W14x95	95	141,4	14,12	359	14,545	369	27,9	180,3	11,81	19,00	15,2	44270	15970	15,67	9,42	2468,3	865,4
W14x87	87	129,5	14,00	356	14,500	368	25,6	164,9	10,67	17,48	15,2	40250	14560	15,62	9,40	2263,4	790,0

Profil	Berat		Tinggi (A)		Lebar (B)		Luas		Tebal		(r)	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
	lbs./ ft	kg/m'	in	mm	in	mm	in2	cm2	(t_1) mm	(t_2) mm	mm	I_x cm4	I_y cm4	i_x cm	i_y cm	W_x cm3	W_y cm3
W14x84	84	125,0	14,18	360	12,023	305	24,7	159,4	11,46	19,76	15,2	38650	9387	15,57	7,67	2145,4	614,6
W14x78	78	116,1	14,06	357	12,000	305	22,9	148,0	11,87	18,24	15,2	35430	8613	15,47	7,62	1984,8	565,4
W14x74	74	110,1	14,19	360	10,072	256	21,8	140,4	11,43	19,89	15,2	33170	5557	15,37	6,30	1840,6	434,3
W14x68	68	101,2	14,06	357	10,040	255	20,0	129,0	10,62	18,24	15,2	30140	5045	15,29	6,25	1688,1	395,0
W14x61	61	90,78	13,91	353	10,000	254	17,9	115,7	9,60	16,33	15,2	26700	4467	15,19	6,22	1511,2	352,4
W14x53	53	78,87	13,94	354	8,062	205	15,6	100,6	9,40	16,71	15,2	22570	2394	14,99	4,88	1275,1	234,4
W14x48	48	71,43	13,81	351	8,031	204	14,1	91,0	8,61	15,06	15,2	20180	2136	14,88	4,85	1150,6	209,8
W14x43	43	63,99	13,68	347	8,000	203	12,6	81,6	7,82	13,41	15,2	17860	1877	14,78	4,80	1027,6	185,2
W14x38	38	56,55	14,12	359	6,776	172	11,2	72,1	7,95	13,03	15,2	16040	1024	14,91	3,78	894,9	119,6
W14x34	34	50,60	14,00	356	6,750	171	10,0	64,5	7,29	11,51	15,2	14120	887	14,81	3,71	794,9	103,2
W14x30	30	44,64	13,86	352	6,733	171	8,83	56,8	6,86	9,73	15,2	12060	728	14,55	3,58	685,1	85,2
W12x190	190	282,8	14,38	365	12,670	322	55,9	360,4	26,92	44,09	15,2	78780	24550	14,78	8,26	4313,8	1525,9
W12x161	161	239,6	13,88	353	12,515	318	47,4	305,7	22,99	37,74	15,2	64180	20240	14,48	8,13	3641,8	1273,5
W12x133	133	197,9	13,38	340	12,365	314	39,1	252,3	19,18	31,39	15,2	50840	16230	14,20	8,03	2991,2	1034,2
W12x120	120	178,6	13,12	333	12,320	313	35,3	227,8	18,03	28,09	15,2	44610	14360	14,00	7,95	2678,1	917,8
W12x106	106	157,7	12,88	327	12,230	311	31,2	201,2	15,75	25,04	15,2	38740	12520	13,87	7,90	2368,4	806,4
W12x99	99	147,3	12,75	324	12,190	310	29,1	187,7	14,73	23,39	15,2	35740	11580	13,79	7,85	2207,7	749,0
W12x92	92	136,9	12,62	321	12,155	309	27,1	174,6	13,84	21,74	15,2	32840	10670	13,72	7,82	2048,8	691,6
W12x85	85	126,5	12,50	318	12,105	307	25,0	161,2	12,57	20,22	15,2	30110	9803	13,66	7,82	1896,3	637,6
W12x79	79	117,6	12,38	314	12,080	307	23,2	149,8	11,94	18,69	15,2	27600	9008	13,56	7,75	1755,4	586,8
W12x72	72	107,1	12,25	311	12,040	306	21,2	136,5	10,92	17,04	15,2	24870	8130	13,49	7,72	1598,0	531,0
W12x65	65	96,73	12,12	308	12,000	305	19,1	123,3	9,91	15,39	15,2	22200	7268	13,41	7,67	1442,3	476,9
W12x58	58	86,31	12,19	310	10,014	254	17,1	110,1	9,12	16,28	15,2	19820	4471	13,41	6,38	1280,0	350,7
W12x53	53	78,87	12,06	306	10,000	254	15,6	100,6	8,76	14,63	15,2	17740	4000	13,28	6,30	1158,8	314,7
W12x50	50	74,41	12,19	310	8,077	205	14,7	94,9	9,42	16,28	15,2	16420	2348	13,16	4,98	1060,4	229,5
W12x45	45	66,97	12,06	306	8,042	204	13,2	85,4	8,53	14,63	15,2	14600	2081	13,08	4,93	953,9	203,2
W12x40	40	59,53	11,94	303	8,000	203	11,8	75,9	7,47	13,11	15,2	12910	1836	13,03	4,93	850,6	180,3
W12x36	36	53,57	12,24	311	6,565	167	10,6	68,3	7,75	13,72	9,40	11690	986	13,08	3,81	752,3	118,0
W12x31	31	46,13	12,09	307	6,525	166	9,13	58,8	6,73	11,81	9,40	9924	824	12,98	3,73	645,8	100,0
W12x27	27	40,18	11,96	304	6,500	165	7,95	51,4	6,10	10,16	9,40	8496	691	12,85	3,66	558,9	83,6

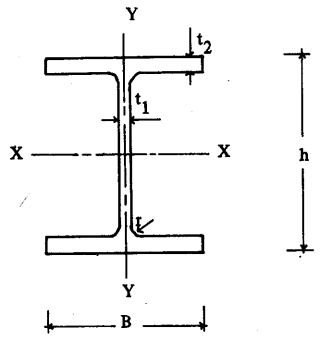
Profil	Berat		Tinggi (A)		Lebar (B)		Luas		Tebal		(r)	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
	lbs. /ft.	kg/m'	in	mm	in	mm	in2	cm2	(t_1) mm	(t_2) mm	mm	I_x cm4	I_y cm4	i_x cm	i_y cm	W_x cm3	W_y cm3
W10x112	112	166,7	11,38	289	10,415	265	32,9	212,4	19,18	31,70	12,7	29920	9799	11,89	6,78	2070,0	740,8
W10x100	100	148,8	11,12	282	10,345	263	29,4	189,9	17,40	28,40	12,7	26020	8600	11,71	6,73	1842,2	654,0
W10x89	89	132,4	10,88	276	10,275	261	26,2	169,0	15,62	25,35	12,7	22580	7518	11,56	6,68	1634,1	576,9
W10x77	77	114,6	10,62	270	10,195	259	22,7	146,3	13,59	22,05	12,7	19030	6386	11,40	6,60	1411,2	493,3
W10x72	72	107,1	10,50	267	10,170	258	21,2	136,6	12,95	20,52	12,7	17510	5903	11,33	6,58	1312,8	457,3
W10x66	66	98,22	10,38	264	10,117	257	19,4	125,2	11,61	19,00	12,7	15920	5378	11,28	6,55	1207,9	417,9
W10x60	60	89,29	10,25	260	10,075	256	17,7	113,9	10,54	17,35	12,7	14310	4850	11,20	6,53	1099,8	378,6
W10x54	54	80,36	10,12	257	10,028	255	15,9	102,5	9,35	15,70	12,7	12720	4325	11,15	6,50	990,0	339,3
W10x49	49	72,92	10,00	254	10,000	254	14,4	92,9	8,64	14,17	12,7	11360	3871	11,05	6,45	894,9	304,8
W10x45	45	66,97	10,12	257	8,022	204	13,2	85,4	8,89	15,70	12,7	10350	2215	11,00	5,08	804,7	218,0
W10x39	39	58,04	9,94	252	7,990	203	11,5	74,1	8,08	13,41	12,7	8729	1869	10,84	5,03	691,6	183,6
W10x33	33	49,11	9,75	248	7,964	202	9,71	62,6	7,42	11,00	12,7	7114	1519	10,67	4,93	573,6	150,8
W10x29	29	43,16	10,22	260	5,799	147	8,54	55,0	7,34	12,70	8,12	6548	633	10,90	3,40	504,8	85,2
W10x25	25	37,20	10,08	256	5,762	146	7,36	47,4	6,40	10,92	8,12	5545	529	10,82	3,33	432,7	72,1
W10x21	21	31,25	9,90	251	5,750	146	6,20	39,9	6,10	8,64	8,12	4425	404	10,52	3,18	352,4	55,7
W8x67	67	99,71	9,00	229	8,287	210	19,7	127,1	14,61	23,70	10,2	11310	3688	9,42	5,38	990,0	350,7
W8x58	58	86,31	8,75	222	8,222	209	17,1	110,1	12,95	20,52	10,2	9462	3118	9,27	5,33	852,3	298,3
W8x48	48	71,43	8,50	216	8,117	206	14,1	91,0	10,29	17,35	10,2	7647	2535	9,17	5,28	708,0	245,8
W8x40	40	59,53	8,25	210	8,077	205	11,8	75,9	9,27	14,17	10,2	6090	2040	8,97	5,18	581,8	198,3
W8x35	35	52,09	8,12	206	8,027	204	10,3	66,5	8,00	12,52	10,2	5266	1769	8,89	5,16	509,7	173,7
W8x31	31	46,13	8,00	203	8,000	203	9,12	58,8	7,32	11,00	10,2	4567	1540	8,81	5,10	449,1	150,8
W8x28	28	41,67	8,06	205	6,540	166	8,23	53,1	7,24	11,76	10,2	4071	899	8,76	4,11	398,3	108,2
W8x24	24	35,72	7,93	201	6,500	165	7,06	45,5	6,22	10,11	10,2	3434	758	8,69	4,09	340,9	91,8
W8x20	20	29,76	8,14	207	5,268	134	5,89	37,9	6,30	9,60	8,12	2881	354	8,71	3,05	278,6	52,4
W8x17	17	25,30	8,00	203	5,250	133	5,01	32,3	5,84	7,82	8,12	2348	280	8,53	2,95	231,1	42,6
W6x25	25	37,20	6,37	162	6,080	154	7,35	47,4	8,13	11,58	6,35	2227	712	6,83	3,86	275,4	91,8
W6x20	20	29,76	6,20	157	6,018	153	5,88	37,9	6,55	9,32	6,35	1736	554	6,76	3,81	219,6	72,1
W6x15,5	15,5	23,07	6,00	152	6,000	152	4,56	29,6	6,10	6,83	6,35	1261	403	6,50	3,68	165,5	52,4
W5x18,5	18,5	27,53	5,12	130	5,025	128	5,43	35,2	6,73	10,67	7,62	1057	370	5,49	3,25	162,9	58,0
W5x16	16	23,81	5,00	127	5,000	127	4,70	30,3	6,10	9,14	7,62	887	313	5,41	3,20	139,9	49,2
W4x13	13	19,35	4,16	106	4,060	103	3,82	25,1	7,11	8,30	7,95	470	157	4,37	2,51	89,3	31,1

BAJA PROFIL WF (Wide Flange).
(Sayap Lebar).

I_x , I_y : (cm^4)

i_x , i_y : (cm)

W_x , W_y : (cm^3)



Seri metrik

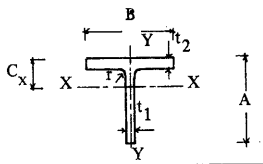
Profil WF	Berat kg/m'	Ukuran dalam mm					Luas tampang	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
		A	B	t_1	t_2	r		I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
900x300	286	912	302	18	34	28	364,0	498000	15700	37,0	6,56	10900	1040
	243	900	300	16	28	28	309,8	411000	12600	36,4	6,39	9140	843
	213	890	299	15	23	28	270,9	345000	10300	35,7	6,16	7760	688
800x300	241	808	302	16	30	28	307,6	339000	13800	33,2	6,70	8400	915
	210	800	300	14	26	28	267,4	292000	11700	33,0	6,62	7290	782
	191	792	300	14	22	28	243,4	254000	9930	32,3	6,39	6410	662
700x300	215	708	302	15	28	28	273,6	237000	12900	29,4	6,86	6700	853
	185	700	300	13	24	28	235,5	201000	10800	29,3	6,78	5760	722
	166	692	300	13	20	28	211,5	172000	9020	28,6	6,53	4980	602
600x300	175	594	302	14	23	28	222,4	137000	10600	24,9	6,90	4620	701
	151	588	300	12	20	28	192,5	118000	9020	24,8	6,85	4020	601
	137	582	300	12	17	28	174,5	103000	7670	24,3	6,63	3530	511
600x200	134	612	202	13	23	22	107,7	103000	3180	24,6	4,31	3380	314
	120	606	201	12	20	22	152,5	90400	2720	24,3	4,22	2980	271
	106	600	200	11	17	22	134,4	77600	2280	24,0	4,12	2590	228
	94,6	596	199	10	15	22	120,5	68700	1980	23,9	4,05	2310	199

Profil WF.....	Berat kg/m'	Ukuran dalam mm					Luas tampang	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
		A	B	t_1	t_2	r		I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
500x300	128	488	300	11	18	26	163,5	71000	8110	20,8	7,04	2910	541
	114	482	300	11	15	26	145,5	60400	6760	20,4	6,82	2500	451
500x200	103	506	201	11	19	20	131,3	56500	2580	20,7	4,43	2230	257
	89,6	500	200	10	16	20	114,2	47800	2140	20,5	4,33	1910	214
	79,5	496	199	9	14	20	101,3	41900	1840	20,3	4,27	1690	185
450x300	124	440	300	11	18	24	157,4	56100	8110	18,9	7,18	2550	541
	106	434	299	10	15	24	135,0	46800	6690	18,6	7,04	2160	448
450x200	76,0	450	200	9	14	18	96,76	33500	1870	18,6	4,40	1490	187
	66,2	446	199	8	12	18	84,30	28700	1580	18,5	4,33	1290	159
400x400	605	498	432	45	70	22	770,1	298000	94400	19,7	11,1	12000	4370
	415	458	417	30	50	22	528,6	187000	60500	18,8	10,7	8170	2900
	283	428	407	20	35	22	360,7	119000	39400	18,2	10,4	5570	1930
	232	414	405	18	28	22	295,4	92800	31000	17,7	10,2	4480	1530
	200	406	403	16	24	22	254,9	78000	26200	17,5	10,1	3840	1300
	197	400	408	21	21	22	250,7	70900	23800	16,8	9,75	3540	1170
	172	400	400	13	21	22	218,7	66600	22400	17,5	10,1	3330	1120
	168	394	405	18	18	22	214,4	59700	20000	16,7	9,65	3030	985
	147	394	398	11	18	22	186,8	56100	18900	17,3	10,1	2850	951
	140	388	402	15	15	22	178,5	49000	16300	16,6	9,54	2520	809
400x300	107	390	300	10	16	22	136,0	38700	7210	16,9	7,28	1980	481
	94,3	386	299	9	14	22	120,1	33700	6240	16,7	7,21	1740	418
400x200	66,0	400	200	8	13	16	84,1	23700	1740	16,8	4,54	1190	174
	56,6	396	199	7	11	16	72,1	20000	1450	16,7	4,48	1010	145
350x350	159	356	352	14	22	20	202,0	47600	16000	15,3	8,90	2670	909
	156	350	357	19	19	20	198,4	42800	14400	14,7	8,53	2450	809
	137	350	350	12	19	20	173,9	40300	13600	15,2	8,84	2300	776
	131	344	354	16	16	20	166,6	35300	11800	14,6	8,43	2050	669
	115	344	348	10	16	20	146,0	33300	11200	15,1	8,78	1940	646
	106	338	351	13	13	20	135,3	28200	9380	14,4	8,33	1670	534
350x250	79,7	340	250	9	14	20	101,5	21700	3650	14,6	6,00	1280	292
	69,2	336	249	8	12	20	88,1	18500	3090	14,5	5,92	1100	248
350x175	49,6	350	175	7	11	14	63,1	13600	984	14,7	3,95	775	112
	41,4	346	174	6	9	14	52,6	11100	792	14,5	3,88	641	91,0

Profil WF.....	Berat kg/m'	Ukuran dalam mm					Luas tampang	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
		A	B	t_1	t_2	r		I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
300x300	106	304	301	11	17	18	134,8	23400	7730	13,2	7,57	1540	514
	106	300	305	15	15	18	134,8	21500	7100	12,6	7,26	1440	466
	94,0	300	300	10	15	18	119,8	20400	6750	13,1	7,51	1360	450
	87,0	298	299	9	14	18	110,8	18800	6240	13,0	7,51	1270	417
	84,5	294	302	12	12	18	107,7	16900	5520	12,5	7,16	1150	365
300x200	65,4	298	201	9	14	18	83,3	13300	1900	12,6	4,77	893	189
	56,8	294	200	8	12	18	72,4	11300	1600	12,5	4,71	771	160
300x150	36,7	300	150	6,5	9	13	46,8	7210	508	12,4	3,29	481	67,7
	32,0	298	149	5,5	8	13	40,8	6320	442	12,4	3,29	424	59,3
250x250	82,2	250	255	14	14	16	104,7	11500	3880	10,5	6,09	919	304
	72,4	250	250	9	14	16	92,2	10800	3650	10,8	6,29	867	292
	66,5	248	249	8	13	16	84,7	9930	3350	10,8	6,29	801	269
	64,4	244	252	11	11	16	82,1	8790	2940	10,3	5,98	720	233
250x175	44,1	244	175	7	11	16	56,2	6120	984	10,4	4,18	502	113
250x125	29,6	250	125	6	9	12	37,6	4050	294	10,4	2,79	324	47,0
	25,7	248	124	5	8	12	32,7	3540	255	10,4	2,79	285	41,1
200x200	65,7	208	202	10	16	13	83,7	6530	2200	8,83	5,13	628	218
	56,2	200	204	12	12	13	71,5	4980	1700	8,35	4,88	498	167
	49,9	200	200	8	12	13	63,5	4720	1600	8,62	5,02	472	160
200x150	30,6	194	150	6	9	13	39,0	2690	507	8,30	3,61	277	67,6
200x100	21,3	200	100	5,5	8	11	27,16	1840	134	8,24	2,22	184	26,8
	18,2	198	99	4,5	7	11	23,18	1580	114	8,26	2,21	160	23,0
175x175	40,2	175	175	7,5	11	12	51,21	2880	984	7,50	4,38	330	112
175x125	23,3	169	125	5,5	8	12	29,65	1530	261	7,18	2,97	181	41,8
175x90	18,1	175	90	5	8	9	23,04	1210	97,5	7,26	2,06	139	21,7
150x150	31,5	150	150	7	10	11	40,14	1640	563	6,39	3,75	219	75,1
150x100	21,1	148	100	6	9	11	26,84	1020	151	6,17	2,37	138	30,1
150x75	14,0	150	75	5	7	8	17,85	666	49,5	6,11	1,66	88,8	13,2

Profil WF	Berat kg/m'	Ukuran dalam mm					Luas tampang	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
		A	B	t_1	t_2	r		I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
125x125	23,8	125	125	6,5	9	10	30,31	847	293	5,29	3,11	136	47,0
125x60	13,2	125	60	6	8	9	16,84	413	29,2	4,95	1,32	66,1	9,73
100x100	17,2	100	100	6	8	10	21,90	383	134	4,18	2,47	76,5	26,7
100x50	9,3	100	50	5	7	8	11,85	187	14,8	3,98	1,12	37,5	5,91

PROFIL T (STRUCTURAL TEES)
POTONGAN DARI PROFIL WF



Seri Metrik

Penampang	Berat	Tinggi	Lebar	Tebal			Luas	Terhadap sumbu X–X			Titik berat	Terhadap sumbu Y–Y		
		A	B	t_1	t_2	r	F	I_x	i_x	W_x	C_x	I_y	i_y	W_y
mm	kg/m'	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm4	cm	cm3	cm	cm4	cm	cm3
900x300	143	458	302	18	34	28	182,0	34200	13,7	997	11,3	7820	6,58	518
	122	450	300	16	28	28	154,9	29200	13,7	866	11,3	6310	6,39	421
	106	445	299	15	23	28	135,4	26000	13,9	790	11,6	5140	6,16	344
800x300	121	404	302	16	30	22	153,8	21900	11,9	705	9,41	6900	6,70	457
	105	400	300	14	26	28	133,7	18800	11,9	610	9,18	5860	6,62	391
	95,6	396	300	14	22	28	121,7	17700	12,1	593	9,66	4960	6,38	331
700x300	107	354	302	15	28	28	136,8	14200	10,2	513	7,78	6440	6,86	426
	92,4	350	300	13	24	28	117,7	12000	10,1	438	7,55	5410	6,78	361
	83,0	346	300	13	20	28	105,7	11300	10,3	425	7,99	4510	6,53	301
600x300	87,3	297	302	14	23	28	111,2	7920	8,44	339	6,33	5290	6,90	350
	75,6	294	300	12	20	28	96,24	6710	8,35	288	6,08	4510	6,85	301
	68,5	291	300	12	17	28	87,24	6360	8,54	280	6,39	3830	6,63	256
600x200	67,0	306	202	13	23	22	85,33	7340	9,27	322	7,79	1590	4,31	157
	59,8	303	201	12	20	22	76,24	6570	9,28	292	7,79	1360	4,22	135
	52,8	300	200	11	17	22	67,21	5810	9,30	262	7,84	1140	4,12	114
	47,3	298	199	10	15	22	60,23	5190	9,29	236	7,79	989	4,05	99,4
500x300	64,2	244	300	11	18	26	81,76	3620	6,66	184	4,66	4060	7,07	270
	57,1	241	300	11	15	26	72,76	3420	6,85	178	4,92	3380	6,82	225
500x200	51,5	253	201	11	19	20	65,65	3670	7,48	190	5,95	1290	4,43	128
	44,8	250	200	10	16	20	57,12	3210	7,50	169	5,96	1070	4,33	107
	39,7	248	199	9	14	20	50,64	2840	7,49	150	5,90	922	4,27	92,6
450x300	61,8	220	300	11	18	24	78,69	2680	5,84	149	4,05	4060	7,68	270
	53,0	217	299	10	15	24	67,52	2350	5,89	133	4,04	3350	7,04	224
450x200	38,0	225	200	9	14	18	48,38	2160	6,68	124	5,15	936	4,40	93,6
	33,1	223	199	8	12	18	42,15	1880	6,67	109	5,10	790	4,33	79,4
400x400	302	249	432	45	70	22	385,0	13200	5,87	708	6,13	47100	11,1	2180
	207	229	417	30	50	22	264,3	7470	5,32	414	4,85	30200	10,7	1450
	142	214	407	20	35	22	180,3	4380	4,93	250	3,90	19700	10,4	967
	116	207	405	18	28	22	147,7	3620	4,95	213	3,68	15500	10,2	766

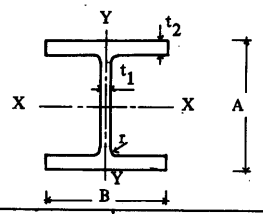
Lanjutan Profil T Potongan dari profil WF

Penam pang	Berat	Tinggi	Lebar	Tebal			Luas	Terhadap Sumbu X–X			Titik berat	Terhadap Sumbu Y–Y		
		A	B	t_1	t_2	r	F	I_x	i_x	W_x	C_x	I_y	i_y	W_y
mm	kg/m'	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm4	cm	cm3	cm	cm4	cm	cm3
400x400	100	203	403	16	24	22	127,4	3090	4,92	184	3,51	13100	10,0	650
	98,4	200	408	21	21	22	125,3	3650	5,40	229	4,07	11900	9,75	584
	85,8	200	400	13	21	22	109,3	2480	4,76	147	3,21	11200	10,1	560
	84,1	197	405	18	18	22	107,2	3050	5,34	193	3,89	9980	9,65	493
	73,3	197	398	11	18	22	93,41	2050	4,68	123	3,01	9460	10,1	475
	70,0	194	402	15	15	22	89,23	2480	5,27	158	3,70	8130	9,54	404
400x300	53,4	195	300	10	16	22	67,98	1730	5,05	108	3,41	3600	7,28	240
	47,1	193	299	9	14	22	60,05	1530	5,04	95,5	3,33	3120	7,21	209
400x200	33,0	200	200	8	13	16	42,06	1400	5,76	88,6	4,23	868	4,54	86,8
	28,3	198	199	7	11	16	36,08	1190	5,76	76,4	4,17	723	4,48	72,7
350x350	79,3	178	352	14	22	20	101,0	1820	4,25	124	3,05	8000	8,90	455
	77,9	175	357	19	19	20	99,19	2200	4,71	158	3,59	7220	8,53	404
	68,2	175	350	12	19	20	86,94	1520	4,18	104	2,86	6790	8,84	388
	65,4	172	354	16	16	20	83,32	1800	4,65	131	3,40	5920	8,43	335
	57,3	172	348	10	16	20	73,00	1230	4,11	84,7	2,67	5620	8,78	323
	53,1	169	351	13	13	20	67,63	1420	4,59	104	3,21	4690	8,33	267
350x250	39,8	170	250	9	14	20	50,76	1020	4,48	73,1	3,09	1830	6,00	146
	34,6	168	249	8	12	20	44,08	881	4,47	64,0	3,02	1540	5,92	124
350x175	24,8	175	175	7	11	14	31,57	815	5,08	59,3	3,75	492	3,95	56,2
	20,7	173	174	6	9	14	26,34	679	5,08	50,0	3,71	396	3,88	45,5
300x300	52,9	152	301	11	17	18	67,41	903	3,66	71,4	2,55	3870	7,57	257
	52,9	150	305	15	15	18	67,39	4110	4,05	92,5	3,03	3550	7,26	233
	47,0	150	300	10	15	18	59,89	708	3,65	63,7	2,47	3300	7,51	225
	43,5	149	299	9	14	18	55,40	715	3,59	57,0	2,36	3120	7,51	209
	42,3	147	302	12	12	18	53,83	858	3,99	72,3	2,84	2760	7,16	183
300x200	32,7	149	201	9	14	18	41,68	662	3,99	55,2	2,91	949	4,77	94,4
	28,4	147	200	8	12	18	36,19	572	3,97	48,2	2,83	802	4,71	80,2
300x150	18,4	150	150	6,5	9	13	23,39	464	4,45	40,0	3,41	254	3,29	33,8
	16,0	149	149	5,5	8	13	20,40	393	4,39	33,8	3,26	221	3,29	29,7
250x250	41,1	125	255	14	14	16	52,34	589	3,36	59,4	2,58	1940	6,09	152
	36,2	125	250	9	14	16	46,09	412	2,99	39,5	2,08	1820	6,29	146
	33,2	124	249	8	13	16	42,35	364	2,93	34,9	1,98	1670	6,29	134
	32,2	122	252	11	11	16	41,03	445	3,29	45,3	2,39	1470	5,98	147

Lanjutan Profil T Potongan dari profil WF

Penampang	Berat	Tinggi	Lebar	Tebal		r	Luas	Terhadap sumbu X–X			Titik berat	Terhadap Sumbu Y–Y		
		A	B	t_1	t_2		F	I_x	i_x	W_x	C_x	I_y	i_y	W_y
mm	kg/m'	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm4	cm	cm3	cm	cm4	cm	cm3
250x175	22,1	122	175	7	11	16	28,12	289	3,20	29,1	2,27	492	4,18	56,3
250x125	14,8	125	125	6	9	12	18,83	248	3,63	25,6	2,78	147	2,79	23,5
	12,8	124	124	5	8	12	16,34	208	3,57	21,3	2,63	127	2,79	20,5
200x200	32,8	104	202	10	16	13	41,85	251	2,45	29,5	1,91	1100	5,13	109
	28,1	100	204	12	12	13	35,77	256	2,67	32,4	2,09	851	4,88	83,4
	24,9	100	200	8	12	13	31,77	184	2,41	22,3	1,73	801	5,02	80,1
200x150	15,3	97	150	6	9	13	19,51	125	2,53	15,8	1,79	254	3,61	33,8
200x100	10,7	100	100	5,5	8	11	13,58	114	2,90	14,8	2,29	67,0	2,22	13,4
	9,10	99	99	4,5	7	11	11,59	93,8	2,84	12,1	2,14	56,8	2,21	11,5
175x175	20,1	87,5	175	7,5	11	12	25,61	115	2,12	15,9	1,55	492	4,38	56,2
175x125	11,6	84,5	125	5,5	8	12	14,83	74,1	2,24	10,9	1,63	131	2,97	20,9
175x90	9,05	87,5	90	5	8	9	11,52	70,7	2,48	10,4	1,93	48,7	2,06	10,8
150x150	15,8	75	150	7	10	11	20,07	66,4	1,82	10,8	1,37	282	3,75	37,6
150x100	10,5	74	100	6	9	11	13,42	51,7	1,96	8,84	1,55	75,3	2,37	15,1
150x75	7,01	75	75	5	7	8	8,925	42,6	2,18	7,46	1,79	24,7	1,66	6,59
125x125	11,9	62,5	125	6,5	9	10	15,16	35,0	1,52	6,91	1,19	147	3,11	23,5
125x60	6,61	62,5	60	6	8	9	8,418	27,5	1,81	5,96	1,64	14,6	1,32	4,86
100x100	8,60	50	100	6	8	10	10,95	16,1	1,21	4,03	1,00	66,9	2,47	13,4
100x50	4,65	50	50	5	7	8	5,925	11,8	1,41	3,18	1,28	7,39	1,12	2,96

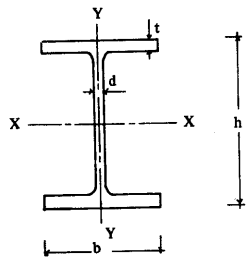
BAJA PROFIL KOLOM BERAT



Penampang	Berat	Tinggi	Lebar	Tebal		r	Luas	Terhadap Sumbu X–X			Terhadap Sumbu Y–Y		
		A	B	t_1	t_2		F	I_x	i_x	W_x	I_y	i_y	W_y
	kg/m'	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	cm4	cm	cm3	cm4	cm	cm3
90	930	538	477	90	90	22	1185	472000	20,0	17600	165000	11,8	6920
85	1170	608	472	85	125	22	1488	737000	22,3	24300	221000	12,2	9360
75	758	508	462	75	75	22	965,7	358000	19,3	14100	125000	11,4	5390
70	953	568	457	70	105	22	1214	551000	21,3	19400	168000	11,8	7360
60	804	538	447	60	90	22	1024	433000	20,6	16100	135000	11,5	6030
	593	478	447	60	60	22	755,4	260000	18,6	10900	90000	10,9	4030
50	658	508	437	50	75	22	838,7	331000	19,9	13000	105000	11,2	4790
45	740	538	432	45	90	22	942,9	414000	21,0	15400	121000	11,3	5610
	605	498	432	45	70	22	770,1	298000	19,7	12000	94400	11,1	4370
	435	448	432	45	45	22	554,1	177000	17,9	7900	60800	10,5	2810
40	518	478	427	40	60	22	659,8	242000	19,1	10100	78100	10,9	3660
	384	438	427	40	40	22	489,0	152000	17,6	6950	52100	10,3	2440
35	466	468	422	35	55	22	593,7	214000	19,0	9130	69000	10,8	3270
	334	428	422	35	35	22	424,9	129000	17,4	6030	44000	10,2	2080
30	480	478	417	30	60	22	612,0	233000	19,5	9740	72600	10,9	3480
	415	458	417	30	50	22	528,6	187000	18,8	8170	60500	10,7	2900
	284	418	417	30	30	22	361,8	107000	17,2	5120	36400	10,0	1740
25	332	438	412	25	40	22	423,3	142000	18,3	6470	46700	10,5	2270
20	283	428	407	20	35	22	360,7	119000	18,2	5570	39400	10,4	1930

BAJA PROFIL M

Aise .pro → M



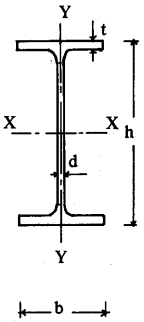
Profil M....	Luas		Tinggi (h)		Berat		Terhadap Sumbu X–X			Terhadap Sumbu Y–Y			b	t	d
	in2	cm3	in	cm	lb/ft	kg/m'	I_x cm4	i_x cm	S_x cm3	I_y cm4	i_y cm	S_y cm3	cm	mm	mm
M14x17,2	5,05	32,58	14,00	35,5	17,2	25.6	6118,6	13,7	347,4	110,3	1,8	21,8	10,2	6,90	5,33
M12x11,8	3,47	22,38	12,00	30,5	11,8	17,5	2992,7	11,5	196,6	40,8	1,3	10,5	7,8	5,71	4,49
M10x29.1	8,56	55,22	9,88	25,1	29,1	43,3	5452,6	9,9	435,9	466,2	2,9	61,6	15,1	9,88	10,84
M10x22,9	6,73	43,42	9,88	25,1	22,9	34,1	4869,9	10,5	386,7	416,2	3,1	57,0	14,6	9,88	6,14
M10x9	2,65	17,09	10,00	25.4	9	13,4	1614,9	9.7	127,7	25,3	1,2	7,4	6,8	5,23	3,98
M8x37,7	11,1	71,61	8,12	20.6	37,7	56,1	5494,2	8,8	534,2	1681,6	4,8	165,5	20,3	13,2	9,57
M8x34,3	10,1	65,16	8,00	20,3	34,3	51,1	4828,3	8,6	476,8	1452,6	4,7	143,1	20,3	11,6	9,60
M8x32,6	9,58	61,81	8,00	20,3	32,6	48,5	4745,0	8,7	465,4	1419,3	4,8	140,6	20,1	11,6	8,00
M8x22,5	6,60	42,58	8,00	20,3	22,5	33,5	2838,7	8,2	280,2	311,3	2,7	45,4	13,7	8,96	9,52
M8x18,5	5,44	35,09	8,00	20,3	18,5	27,5	2580,6	8,6	253,9	283,8	2,8	42,6	13,3	8,96	5,84
M8x6,5	1,92	12,38	8,00	20,3	6,5	9,7	770,0	7,9	75,7	14,3	1,1	4,93	5,79	4,80	3,43
M7x5,5	1,62	10,45	7,00	17.8	5,5	8.2	499.5	6,9	56,4	10,3	1,0	3,92	5,28	4,57	3,25
M6x33,75	9,93	64,06	6,25	15.9	33.7	50,2	2693,0	6,5	339,2	890,7	3,7	114,0	15,5	15,3	12,39
M6x22,5	6,62	42,71	6,00	15.2	22,5	33,5	1714.8	6.3	224,5	516,1	3,5	66,8	15,4	9,62	9,44
M6x20	5,89	37,99	6,00	15,2	20	29,7	1623.3	6,5	213,0	482,8	3,5	63,9	15,1	9,62	6,35
M6x4,4	1,29	8,32	6,00	15.2	4.4	6,54	299.7	6.0	39,3	6,86	0,9	2,93	4,68	4,34	2,89
M5x18,9	5,55	35,81	5,00	12.7	18.9	28.1	1003.1	5.3	157,8	327,1	3.0	51.4	12,7	10,5	8,02
M4x16,3	4,80	30.96	4,20	10.6	16.3	24.2	582.7	4.3	109,3	184.8	2,4	36.8	10,0	11,9	7,92
M4x13,8	4,06	26.19	4,00	10.2	13.8	20.5	449.5	4.1	88,8	149,0	2,4	29,3	10,2	9,42	7,95
M4x13	3.81	24,58	4,00	10,2	13.0	19,3	437,0	4.2	85,9	139.8	2,4	28,0	10,0	9,42	6,45

BAJA PROFIL S

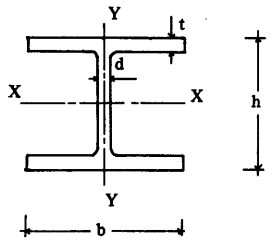
A1x C.pro

S

Profil S	Luas		Berat		Tinggi (h)		b	t	d	Terhadap sumbu X–X			Terhadap sumbu Y–Y		
	in2	cm2	lb/ft	kg/m'	in	cm	cm	mm	mm	I_x cm 4	i_x cm	S_x cm3	I_y cm4	i_y cm	S_y cm3
S24x120	35,3	227,74	120	178,6	24,0	60,9	20,4	27,99	20,27	126118	23,52	4129	3504,6	3,91	342
S24x105,9	31,1	200,64	105,9	157,6	24,0	60,9	20,0	27,99	15,87	117793	24,21	3867	3254,9	4,01	324
S24x100	29,4	189,67	100	148,8	24,0	60,9	18,4	22,12	18,97	99479	22,88	3261	1989,5	3,22	216
S24x90	26,5	170,96	90	133,9	24,0	60,9	18,1	22,12	15,85	93652	23,41	3064	1868,8	3,30	206
S24x79,9	23,5	151,61	79,9	118,9	24,0	60,9	17,8	22,12	12,72	87824	24,05	2867	1760,6	3,40	198
S20x95	27,9	179,99	95	141,4	20,0	50,8	18,3	23,26	20,32	67013	19,30	2638	2068,6	3,37	226
S20x85	25,0	161,29	85	126,5	20,0	50,8	17,9	23,26	16,58	63267	19,78	2491	1922,9	3,45	214
S20x75	22,1	142,58	75	111,6	20,0	50,8	16,2	20,04	16,28	53277	19,30	2097	1232,0	2,94	152
S20x65,4	19,2	123,87	65,4	97,3	20,0	50,8	15,8	20,04	12,70	49115	19,91	1933	1140,4	3,02	143
S18x70	20,6	132,91	70	104,2	18,0	45,7	15,8	17,55	18,06	38543	17,04	1687	1003,1	2,74	126
S18x54,7	16,1	103,87	54,7	81,4	18,0	45,7	15,2	17,55	11,71	33465	17,95	1465	865,7	2,89	113
S15x50	14,7	94,83	50	74,4	15,0	38,1	14,3	15,79	13,97	20228	14,61	1061	653,4	2,61	91,2
S15x42,9	12,6	81,29	42,9	63,8	15,0	38,1	13,9	15,79	10,44	18605	15,11	976	599,3	2,71	85,7
S12x50	14,7	94,83	50	74,4	12,0	30,5	13,9	16,73	17,45	12695	11,55	832	653,4	2,61	91,2
S12x40,8	12,0	77,42	40,8	60,7	12,0	30,5	13,3	16,73	11,98	11321	12,11	744	566,1	2,69	84,5
S12x35	10,3	66,45	35	52,1	12,0	30,5	12,9	13,81	10,87	9531	11,98	626	410,8	2,49	63,7
S12x31,8	9,35	60,32	31,8	47,3	12,0	30.5	12,7	13,81	8,87	9073	12,26	596	389,6	2,54	61,2
S10x35	10,3	66,45	35	52,1	10,0	25,4	12,5	12,47	15,08	6118	9,60	481	347,9	2,28	55,3
S10x25,4	7,46	48,13	25,4	37,8	10,0	25,4	11,8	12,47	7,89	5161	10,33	404	282,6	2,42	47,6
S8x23	6,77	43,67	23	34,2	8,0	20,3	10,6	10,79	11,20	2701	7,87	265	179,4	2,02	33,9
S8x18,4	5,41	34,90	18,4	27,4	8,0	20,3	10,1	10,70	6,88	2397	8,28	235	142,7	2,11	30,4
S7x20	5,88	37,93	20	29,7	7,0	17,8	9,8	9,95	11,43	1765	6,83	198	131,9	1,86	26,8
S7x15,3	4,50	29,03	15,3	22,8	7,0	17,8	9,3	9,95	6,40	1527	7,26	172	109,8	1,94	23,6
S6x17,25	5,07	32,71	17,3	25,7	6,0	15,2	9,05	9,12	11,81	1094	5,79	143	96,15	1,71	21,3
S6x12,50	3,67	23,68	12,5	18,6	6,0	15,2	8,46	9,12	5,89	919	6,22	120	75,75	1,79	17,8
S5x14,75	4.34	27,99	14,7	21,9	5,0	12,7	8,34	8,28	12,54	632	4,75	99,8	69,51	1,57	16,5
S5x10	2.94	18.97	10	14,9	5,0	12,7	7,63	8,28	5,43	512	5,21	80,6	50,78	1,63	13,2
S4x9,5	2.79	17.99	9,5	14,1	4,0	10.1	7,10	7,44	8,28	282	3,96	55,5	37,58	1,44	10,5
S4x7,7	2.26	14.58	7,7	11,5	4,0	10,1	6,76	7,44	4,90	253	4,16	49,8	31,80	1,47	9,41
S3x7,5	2.21	14,26	7,5	11,1	3,0	7,62	6,37	6,60	8,86	122	2,92	31,9	24,39	1,31	7,66
S3x5,7	1,67	10,77	5,7	8,48	3,0	7,62	5,92	6,60	4,32	104	3,12	27,5	18,93	1,32	6,39

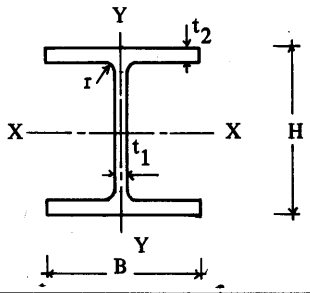


BAJA PROFIL HP.



Profil HP	Luas		Berat		Tinggi (h)		b	t	d	Terhadap sumbu X–X			Terhadap sumbu Y–Y		
	in2	cm2	lb/kg	kg/m'	in	cm	cm	mm	mm	I_x cm4	i_x cm	S_x cm3	I_y cm4	i_y cm	S_y cm3
HP14x117	34,4	221,93	117	174,11	14,23	36,14	37,80	20,44	20,44	51196	15,16	2835	18439	9,11	975,0
HP14x102	30,0	193,54	102	151,79	14,03	35,63	37,55	17,88	17,88	43704	15,06	2458	15816	9,04	840,6
HP14x89	26,2	169,03	89	132,44	13,86	35,20	37,32	15,64	15,64	37877	14,96	2146	13569	8,96	727,5
HP14x73	21,5	138,71	73	108,63	13,64	34,64	37,04	12,85	12,85	30551	14,86	1769	10905	8,86	588,3
HP12x74	21,8	140,64	74	110,12	12,12	30,78	31,03	15,41	15,41	23558	12,95	1530	7700	7,39	494,8
HP12x53	15,6	100,64	53	78,87	11,78	29,92	30,59	11,07	11,07	16399	12,77	1096	5286	7,26	345,7
HP10x57	16,8	108,38	57	84,82	10,01	25,42	25,96	14,32	14,32	12278	10,64	963	4203	6,22	322,8
HP10x42	12,4	79,99	42	62,50	9,72	24,68	25,59	10,61	10,61	8782	10,49	711	2971	6,09	232,6
HP 8x36	10,6	68,38	36	53,57	8,03	20,39	20,72	11,32	11,32	4994	8,53	489	1681	4,95	162,4

BAJA PROFIL H



Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm2)	Berat (kg/m')	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)	
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
100x50	100	50	5	7	8	11,85	9,30	187	14,8	3,98	1,12	37,5	5,91
125x60	125	60	6	8	9	16,84	13,2	413	29,2	4,95	1,32	66,1	9,73
150x75	150	75	5	7	8	17,85	14,0	666	49,5	6,11	1,66	88,8	13,2
175x90	175	90	5	8	9	23,04	18,1	1210	97,5	7,26	2,06	139	21,7
200x100	198	99	4,5	7	11	23,18	18,2	1580	114	8,26	2,21	160	23,0
	200	100	5,5	8	11	27,16	21,3	1840	134	8,24	2,22	184	26,8
250x125	248	124	5	8	12	32,61	25,7	3540	255	10,4	2,79	285	41,1
	250	125	6	9	12	37,66	29,6	4050	294	10,4	2,79	324	47,0
300x150	298	149	5,5	8	13	40,80	32,0	6320	442	12,4	3,29	424	59,3
	300	150	6,5	9	13	46,78	36,7	7210	508	12,4	3,29	481	67,7
350x175	346	174	6	9	14	52,68	41,4	11100	792	14,5	3,88	641	91,08
	350	175	7	11	14	63,14	49,6	13600	984	14,7	3,95	775	112

BAJA PROFIL H

Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm2)	Berat (kg/m')	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)	
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
400x200	396	199	7	11	16	72,16	56,6	20000	1450	16,7	4,48	1010	145
	400	200	8	13	16	84,12	66,0	23700	1740	16,8	4,54	1190	174
450x200	446	199	8	12	18	84,30	66,2	28700	1580	18,5	4,33	1290	159
	450	200	9	14	18	96,76	76,0	33500	1870	18,6	4,40	1490	187
500x200	496	199	9	14	20	101,3	79,5	41900	1840	20,3	4,27	1690	185
	500	200	10	16	20	114,2	89,7	47800	2140	20,5	4,33	1910	214
	506	201	11	19	22	131,3	103	56500	2580	20,7	4,43	2230	257
550x200	546	199	9	14	22	106,5	83,6	52500	1850	22,2	4,16	1920	186
	550	200	10	16	22	120,0	94,2	59900	2140	22,3	4,23	2180	214
	554	201	11	18	22	133,5	105	67400	2450	22,5	4,28	2430	243
	560	202	12	21	22	151,2	119	79200	2900	22,8	4,38	2790	287
	564	203	13	23	22	164,9	129	86100	3220	22,9	4,42	3050	317
600x200	596	199	10	15	22	120,5	94,6	68700	1980	23,9	4,05	2310	199
	600	200	11	17	22	134,4	106	77600	2280	24,0	4,12	2590	228
	606	201	12	20	22	152,5	120	90400	2720	24,3	4,22	2980	271
	612	202	13	23	22	170,7	134	103000	3180	24,6	4,31	3380	314
100x100	100	100	6	8	10	21,90	17,2	383	134	4,18	2,47	76,5	26,7
125x125	125	125	6,5	9	10	30,31	23,8	847	293	5,29	3,11	136	47,0
150x150	150	150	7	10	11	40,14	31,5	1640	563	6,39	3,75	219	75,1
175x175	175	175	7,5	11	12	51,21	40,2	2880	984	7,50	4,38	330	112
200x200	200	200	8	12	13	63,53	49,9	4720	1600	8,62	5,02	472	160
	200	204	12	12	13	71,53	56,2	4980	1700	8,35	4,88	498	167
	208	202	10	16	13	83,69	65,7	6530	2200	8,83	5,13	628	218

BAJA PROFIL H

Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm2)	Berat kg/m'	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)	
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
250x250	244	252	11	11	16	82,06	64,4	8790	2940	10,3	5,98	720	233
	248	249	8	13	16	84,70	66,5	9930	3350	10,8	6,29	801	269
	250	250	9	14	16	92,18	72,4	10800	3650	10,8	6,29	867	292
	250	255	14	14	16	104,7	82,2	11500	3880	10,5	6,09	919	304
300x300	294	302	12	12	18	107,7	84,5	16900	5520	12,5	7,16	1150	365
	298	299	9	14	18	110,8	87,0	18800	6240	13,0	7,51	1270	417
	300	300	10	15	18	119,8	94,0	20400	6750	13,1	7,51	1360	450
	300	300	11	12	18	105,1	82,5	17400	5410	12,9	7,17	1160	360
	300	305	15	15	18	134,8	106	21500	7100	12,6	7,26	1440	466
	304	301	11	17	18	134,8	106	23400	7730	13,2	7,57	1540	514
350x350	338	351	13	13	20	135,3	106	28200	9380	14,4	8,33	1670	534
	344	348	10	16	20	146,0	115	33300	11200	15,1	8,78	1940	646
	344	354	16	16	20	166,6	131	35300	11800	14,6	8,43	2050	669
	350	350	12	19	20	173,9	136	40300	13600	15,2	8,84	2300	776
	350	357	19	19	20	198,4	156	42800	14400	14,7	8,53	2450	809
	356	352	14	22	20	202,0	159	47600	16000	15,3	8,90	2670	909
400x400	388	402	15	15	22	178,5	140	49000	16300	16,6	9,54	2520	809
	394	398	11	18	22	186,8	147	56100	18900	17,3	10,1	2850	951
	394	405	18	18	22	214,4	168	59700	20000	16,7	9,65	3030	985
	400	400	13	21	22	218,7	172	66600	22400	17,5	10,1	3330	1120
	400	408	21	21	22	250,7	197	70900	23800	16,8	9,75	3540	1170
	406	403	16	24	22	254,9	200	78000	26200	17,5	10,1	3840	1300
	414	405	18	28	22	295,4	232	92800	31000	17,7	10,2	4480	1530
	428	407	20	35	22	360,7	283	119000	39400	18,2	10,4	5570	1930
	458	417	30	50	22	528,6	415	187000	60500	18,8	10,7	8170	2900
	498	432	45	70	22	770,1	605	298000	94400	19,7	11,1	12000	4370

BAJA PROFIL H

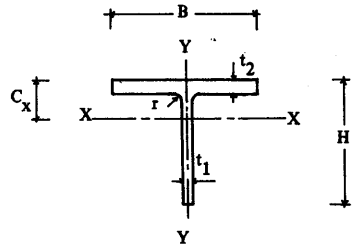
Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas	Berat	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
								(cm^4)		(cm)		(cm^3)	
	H	B	t_1	t_2	r	(cm^2) F	kg/m' G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
150x100	148	100	6	9	11	26,84	21,1	1020	151	6,17	2,37	138	30,1
200x150	194	150	6	9	13	39,01	30,6	2690	507	8,30	3,61	277	67,6
250x175	244	175	7	11	16	56,24	44,1	6120	984	10,4	4,18	502	113
300x200	294	200	8	12	18	72,38	56,8	11300	1600	12,5	4,71	771	160
	298	201	9	14	18	83,36	65,4	13300	1900	12,6	4,77	893	189
350x250	336	249	8	12	20	88,15	69,2	18500	3090	14,5	5,92	1100	248
	340	250	9	14	20	101,5	79,7	21700	3650	14,6	6,00	1280	292
400x300	386	299	9	14	22	120,1	94,3	33700	6240	16,7	7,21	1740	418
	394	300	10	16	22	136,0	107	38700	7210	16,9	7,28	1980	481
450x300	434	299	10	15	24	135,0	106	46800	6690	18,6	7,04	2160	448
	440	300	11	18	24	157,4	124	56100	8110	18,9	7,18	2550	541
500x300	482	300	11	15	26	145,5	114	60400	6760	20,4	6,82	2500	451
	488	300	11	18	26	163,5	128	71000	8110	20,8	7,04	2910	541
600x300	582	300	12	17	28	174,5	137	103000	7670	24,3	6,63	3530	511
	588	300	12	20	28	192,5	151	118000	9020	24,8	6,85	4020	601
	594	302	14	23	28	222,4	175	137000	10600	24,9	6,90	4620	701
700x300	692	300	13	20	28	211,5	166	172000	9020	28,6	6,53	4980	602
	700	300	13	24	28	235,5	185	201000	10800	29,3	6,78	5760	722
	708	302	15	28	28	273,6	215	237000	12900	29,4	6,86	6700	853

BAJA PROFIL H

Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas	Berat	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
								(cm^4)		(cm)		(cm^3)	
	H	B	t_1	t_2	r	(cm^2) F	kg/m' G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
800x300	792	300	14	22	28	243,4	191	254000	9930	32,3	6,39	6410	662
	800	300	14	26	28	267,4	210	292000	11700	33,0	6,62	7290	782
	808	302	16	30	28	307,6	241	339000	13800	33,2	6,70	8400	915
900x300	890	299	15	23	28	270,9	213	345000	10300	35,7	6,16	7760	688
	900	300	16	28	28	309,8	243	411000	12600	36,4	6,39	9140	843
	912	302	18	34	28	364,0	286	498000	15700	37,0	6,56	10900	1040

BAJA PROFIL CT

Potongan dari Profil H



Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm2)	Berat kg/m'	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)		(cm)
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y	C_x
100x50	50	50	5	7	8	5,925	4,65	11,8	7,39	1,41	1,12	3,18	2,96	1,28
125x60	62,5	60	6	8	9	8,418	6,61	27,5	14,6	1,81	1,32	5,96	4,87	1,64
150x75	75	75	5	7	8	8,925	7,01	42,6	24,7	2,18	1,66	7,46	6,60	1,79
175x90	87,5	90	5	8	9	11,52	9,05	70,7	48,8	2,48	2,06	10,4	10,8	1,93
200x100	99	99	4,5	7	11	11,59	9,10	93,8	56,8	2,84	2,21	12,1	11,5	2,14
	100	100	5,5	8	11	13,58	10,7	114	67,0	2,90	2,22	14,8	13,4	2,29
250x125	124	124	5	8	12	16,34	12,8	208	127	3,57	2,79	21,3	20,6	2,63
	125	125	6	9	12	18,83	14,8	248	147	3,63	2,79	25,6	23,5	2,78
300x150	149	149	5,5	8	13	20,40	16,0	393	221	4,39	3,29	33,8	29,7	3,26
	150	150	6,5	9	13	23,39	18,4	464	254	4,45	3,29	40,0	33,8	3,41
350x175	173	174	6	9	14	26,34	20,7	679	396	5,08	3,88	50,0	45,5	3,71
	175	175	7	11	14	31,57	24,8	815	492	5,08	3,95	59,3	56,2	3,75
400x200	198	199	7	11	16	36,08	28,3	1190	724	5,76	4,48	76,4	72,7	4,17
	200	200	8	13	16	42,06	33,0	1400	868	5,76	4,54	88,6	86,8	4,23
450x200	223	199	8	12	18	42,15	33,1	1880	790	6,67	4,33	109	79,4	5,10
	225	200	9	14	18	48,38	38,0	2160	936	6,68	4,40	124	93,6	5,15

BAJA PROFIL CT

Potongan dari Profil H

Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm2)	Berat kg/m'	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)		(cm)
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y	C_x
500x200	248	199	9	14	20	50,64	39,8	2840	922	7,49	4,27	150	92,7	5,90
	250	200	10	16	20	57,12	44,8	3210	1070	7,50	4,33	169	107	5,96
	253	201	11	19	20	65,65	51,5	3670	1290	7,48	4,43	190	128	5,95
550x200	273	199	9	14	22	53,25	41,8	3720	923	8,36	4,16	181	92,8	6,72
	275	200	10	16	22	59,98	47,1	4210	1070	8,38	4,23	203	107	6,78
	277	201	11	18	22	66,75	52,4	4700	1220	8,40	4,28	226	122	6,85
	280	202	12	21	22	75,58	59,3	5310	1450	8,38	4,38	251	143	6,85
	282	203	13	23	22	82,44	64,7	5830	1610	8,41	4,42	274	159	6,95
600x200	298	199	10	15	22	60,23	47,3	5190	990	9,28	4,05	236	99,5	7,79
	300	200	11	17	22	67,21	52,8	5810	1140	9,30	4,12	262	114	7,84
	303	201	12	20	22	76,24	59,8	6570	1360	9,28	4,22	292	135	7,79
	306	202	13	23	22	85,33	67,0	7340	1590	9,27	4,31	322	157	7,79
100x100	50	100	6	8	10	10,95	8,60	16,1	66,9	1,21	2,47	4,03	13,4	1,00
125x125	62,5	125	6,5	9	10	15,16	11,9	35,0	147	1,52	3,11	6,91	23,5	1,19
150x150	75	150	7	10	11	20,07	15,8	66,4	282	1,82	3,75	10,8	37,6	1,37
175x175	87,5	175	7,5	11	12	25,61	20,1	115	492	2,12	4,38	15,9	56,2	1,55
200x200	100	200	8	12	13	31,77	24,9	184	801	2,41	5,02	22,3	80,1	1,73
	100	204	12	12	13	35,77	28,1	256	851	2,67	4,88	32,4	83,4	2,09
	104	202	10	16	13	41,85	32,8	251	1100	2,45	5,13	29,5	109	1,91
250x250	122	252	11	11	16	41,03	32,2	445	1470	3,29	5,98	45,3	117	2,39
	124	249	8	13	16	42,35	33,2	364	1670	2,93	6,29	34,9	134	1,98
	125	250	9	14	16	46,09	36,2	412	1820	2,99	6,29	39,5	146	2,08
	125	255	14	14	16	52,34	41,1	589	1940	3,36	6,09	59,4	152	2,58

BAJA PROFIL CT

Potongan dari Profil H

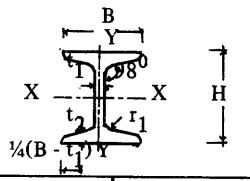
Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm2)	Berat kg/m'	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)		(cm)
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y	C_x
300x300	147	302	12	12	18	53,83	42,3	858	2760	3,99	7,16	72,3	183	2,84
	149	299	9	14	18	55,40	43,5	715	3120	3,59	7,51	57,0	209	2,36
	150	300	10	15	18	59,89	47,0	798	3380	3,65	7,51	63,7	225	2,47
	150	300	11	12	18	52,57	41,3	848	2700	4,02	7,17	69,5	180	2,79
	150	305	15	15	18	67,39	52,9	1110	3550	4,05	7,26	92,5	233	3,03
	152	301	11	17	18	67,41	52,9	903	3870	3,66	7,57	71,4	257	2,55
350x350	169	351	13	13	20	67,63	53,1	1420	4690	4,59	8,33	104	267	3,21
	172	348	10	16	20	73,00	57,3	1230	5620	4,11	8,78	84,7	323	2,67
	172	354	16	16	20	83,32	65,4	1800	5920	4,65	8,43	131	335	3,40
	175	350	12	19	20	86,94	68,2	1520	6790	4,18	8,84	104	388	2,86
	175	357	19	19	20	99,19	77,9	2200	7220	4,71	8,53	158	404	3,59
	178	352	14	22	20	101,0	79,3	1820	8000	4,25	8,90	124	455	3,05
400x400	194	402	15	15	22	89,23	70,0	2480	8130	5,27	9,54	158	404	3,70
	197	398	11	18	22	93,41	73,3	2050	9460	4,68	10,1	123	475	3,01
	197	405	18	18	22	107,2	84,2	3050	9980	5,34	9,65	193	493	3,89
	200	400	13	21	22	109,3	85,8	2480	11200	4,76	10,1	147	560	3,21
	200	408	21	21	22	125,3	98,4	3650	11900	5,40	9,75	229	584	4,07
	203	403	16	24	22	127,4	100	3090	13100	4,92	10,1	184	650	3,51
	207	405	18	28	22	147,7	116	3620	15500	4,95	10,2	213	766	3,68
	214	407	20	35	22	180,3	142	4380	19700	4,93	10,4	250	967	3,90
	229	417	30	50	22	264,3	207	7470	30300	5,32	10,7	414	1450	4,85
	249	432	45	70	22	385,0	302	3200	47200	5,87	11,1	706	2180	6,13

BAJA PROFIL CT

Potongan dari Profil H

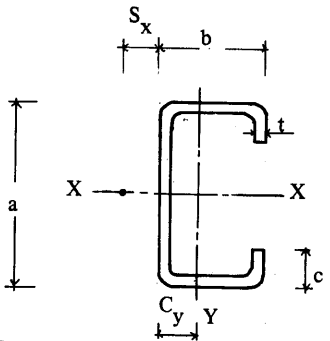
Profil (mm)	Ukuran (mm)					Luas (cm^2)	Berat kg/m'	Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan		(cm)
								(cm^4)	(cm^4)	(cm)	(cm)	(cm^3)	(cm^3)	
	H	B	t_1	t_2	r	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y	C_x
150x100	74	100	6	9	11	13,42	10,5	51,7	75,3	1,96	2,37	8,84	15,1	1,55
200x150	97	150	6	9	13	19,51	15,3	125	254	2,53	3,61	15,8	33,8	1,79
250x175	122	175	7	11	16	28,12	22,1	289	492	3,20	4,18	29,1	56,3	2,27
300x200	147	200	8	12	18	36,19	28,4	572	802	3,97	4,71	48,2	80,2	2,83
	149	201	9	14	18	41,68	32,7	662	949	3,99	4,77	55,2	94,5	2,91
350x250	168	249	8	12	20	44,08	34,6	881	1550	4,47	5,92	64,0	124	3,02
	170	250	9	14	20	50,76	39,8	1020	1830	4,48	6,00	73,1	146	3,09
400x300	193	299	9	14	22	60,05	47,1	1530	3120	5,04	7,21	95,5	209	3,33
	195	300	10	16	22	67,98	53,4	1730	3600	5,05	7,28	108	240	3,41
450x300	217	299	10	15	24	67,52	53,0	2350	3350	5,89	7,04	133	224	4,04
	220	300	11	18	24	78,69	61,8	2680	4060	5,84	7,18	149	270	4,05
500x300	241	300	11	15	26	72,76	57,1	3420	3380	6,85	6,82	178	225	4,92
	244	300	11	18	26	81,76	64,2	3620	4060	6,66	7,04	184	270	4,66
600x300	291	300	12	17	28	87,25	68,5	6360	3830	8,54	6,63	280	256	6,39
	294	300	12	20	28	96,25	75,6	6710	4510	8,35	6,85	288	301	6,08
	297	302	14	23	28	111,2	87,3	7920	5290	8,44	6,90	339	350	6,33
700x300	346	300	13	20	28	105,7	83,0	11300	4510	10,3	6,53	425	301	7,99
	350	300	15	24	28	117,7	92,4	12000	5410	10,1	6,78	438	361	7,55
	354	302	15	28	28	136,8	107	14200	6440	10,2	6,86	513	427	7,78
800x300	396	300	14	22	28	121,7	95,6	17700	4970	12,1	6,39	593	331	9,66
	400	300	14	26	28	133,7	105	18800	5870	11,9	6,62	610	391	9,18
	404	302	16	30	28	153,8	121	21900	6910	11,9	6,70	705	457	9,41
900x300	445	299	15	23	28	135,4	106	26000	5140	13,9	6,16	790	344	11,6
	450	300	16	28	28	154,9	122	29200	6320	13,7	6,39	866	421	11,3
	456	302	18	34	28	182,0	143	34200	7830	13,7	6,56	997	519	11,3

BAJA PROFIL I



Ukuran Profil (mm)					Luas (cm2)	Berat (kg/m')	Momen inersia (cm4)		Jari-jari inersia (cm)		Momen lawan (cm3)	
H x B	t_1	t_2	r_1	r_2	F	G	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
100x75	5	8	7	3,5	16,43	12,9	283	48,3	4,15	1,72	56,5	12,9
125x75	5,5	9,5	9	4,5	20,45	16,1	540	59,0	5,14	1,70	86,4	15,7
150x75	5,5	9,5	9	4,5	21,83	17,1	820	59,1	6,13	1,65	109	15,8
150x125	8,5	14	13	6,5	46,15	36,2	1780	395	6,21	2,92	237	63,1
180x100	6	10	10	5	30,06	23,6	1670	141	7,46	2,17	186	28,2
200x100	7	10	10	5	33,06	26,0	2180	142	8,11	2,07	218	28,4
200x150	9	16	15	7,5	64,16	50,4	4490	771	8,37	3,47	449	103
250x125	7,5	12,5	12	6	48,79	38,3	5190	345	10,3	2,66	415	55,2
250x125	10	19	21	10,5	70,73	55,5	7340	560	10,2	3,81	587	89,6
300x150	8	13	12	6	61,58	48,3	9500	600	12,4	3,12	633	80,0
300x150	10	18,5	19	9,5	83,47	65,5	12700	886	12,4	3,26	849	118
300x150	11,5	22	23	11,5	97,88	76,8	14700	1120	12,3	3,38	981	149
350x150	9	15	13	6,5	74,58	58,5	15200	715	14,3	3,10	871	95,4
350x150	12	24	25	12,5	111,1	87,2	22500	1230	14,2	3,33	1280	164
400x150	10	18	17	8,5	91,73	72,0	24000	887	16,2	3,11	1200	118
400x150	12,5	25	27	13,5	122,1	95,8	31700	1290	16,1	3,25	1580	172
450x175	11	20	19	9,5	116,8	91,7	39200	1550	18,3	3,64	1740	177
450x175	13	26	27	13,5	146,1	115	48800	2100	18,3	3,79	2170	240
600x190	13	25	25	12,5	169,4	133	98200	2540	24,1	3,87	3270	267
600x190	16	36	38	19	224,5	176	130000	3700	24,0	4,06	4330	390

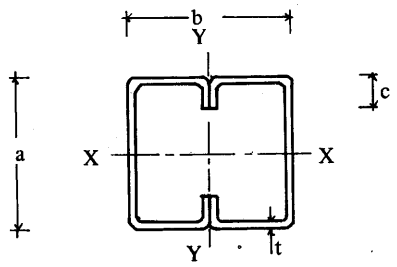
BAJA PROFIL KANAL KAIT



Ukuran Profil		Luas tampang	Berat	Letak titik berat		Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan		Pusat geser	
axbxc	t	F	G	C_x	C_y	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y	S_x	S_y
mm	mm	cm2	kg/m'	cm	cm	cm4	cm4	cm	cm	cm3	cm3	cm	cm
100x50x200	2,3	5,172	4,06	0	1,81	80,7	19,0	3,95	1,92	16,1	6,06	4,4	0
	3,2	7,007	5,50	0	1,86	107	24,5	3,90	1,87	21,3	7,81	4,4	0
125x50x20	2,3	5,747	4,51	0	1,69	137	20,6	4,88	1,89	21,9	6,22	4,1	0
	3,2	7,807	6,13	0	1,68	181	26,6	4,82	1,85	29,0	8,02	4,0	0
150x65x20	2,3	7,012	5,50	0	2,12	248	41,1	5,94	2,42	33,0	9,37	5,2	0
	3,2	9,567	7,51	0	2,11	332	53,8	5,89	2,37	44,3	12,2	5,1	0
200x75x20	3,2	11,81	9,27	0	2,19	716	84,1	7,79	2,67	71,6	15,8	5,4	0

BAJA PROFIL KANAL KAIT DENGAN PEMASANGAN MUKA-MUKA.

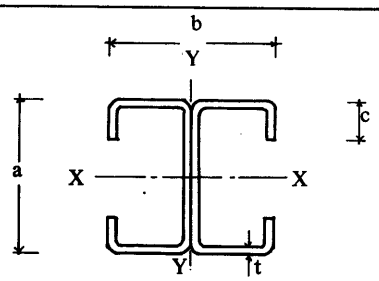
(Lip channels in front to front arrangement)



Ukuran Profil		Luas tampang	berat	letak titik berat		momen inersia		jari-jari inersia		momen lawan	
axbxc	t	F	G	C_x	C_y	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
mm	mm	cm2	kg/m'	cm	cm	cm4	cm4	cm	cm	cm3	cm3
100x100x20	2,3	10,34	8,12	0	0	161	140	3;95	3,68	32,2	28,0
	3,2	14,01	11,00	0	0	214	187	3,90	3,65	42,8	37,4
125x100x20	2,3	11,49	9,02	0	0	274	167	4,88	3,81	43,8	33,4
	3,2	15,60	12,3	0	0	362	225	4,82	3,38	58,0	45,0
150x130x20	2,3	14,02	11,0	0	0	496	351	5,94	5,00	66,1	54,0
	3,2	19,14	15,0	0	0	664	476	5,89	4,99	88,6	73,2
200x150x20	3,2	23,62	18,5	0	0	1432	834	7,79	5,94	143	111

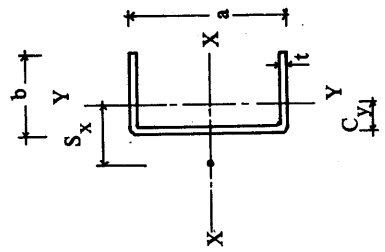
BAJA PROFIL KANAL KAIT DENGAN PEMASANGAN BELAKANG-BELAKANG

(Lip channels in back to back arrangement)



Ukuran profil		Luas tampang	Berat	Letak titik berat		Momen inersia		Jari-jari inersia		Momen lawan	
axbxc	t	F	G	C_x	C_y	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y
mm	mm	cm2	kg/m'	cm	cm	cm4	cm4	cm	cm	cm3	cm3
100x100x20	2,3	10,34	8,12	0	0	161	73,8	3,94	2,67	32,2	14,8
	3,2	14,01	11,0	0	0	214	97,5	3,91	2,64	42,8	19,5
125x100x20	2,3	11,49	9,02	0	0	274	74,1	4,88	2,55	43,8	14,9
	3,2	15,60	12,3	0	0	362	97,2	4,82	2,50	58,0	19,4
150x130x20	2,3	14,02	11,0	0	0	496	145	5,95	3,22	66,1	22,3
	3,2	19,14	15,0	0	0	664	193	5,89	3,18	88,6	29,7
200x150x20	3,2	23,62	18,5	0	0	1442	297	7,81	3,54	144	39,6

BAJA PROFIL KANAL TANPA KAIT



Ukuran profil		Luas	Berat	Titik berat	Momen Inersia		Jari-jari Inersia		Momen Lawan		Pusat Geser
a x b	t	F	G	C_y	I_x	I_y	i_x	i_y	W_x	W_y	S_x
mm	mm	cm2	kg/m'	cm	cm4	cm4	cm	cm	cm3	cm3	cm
450x75	6,0	34,82	27,3	1,19	8400	122	15,5	1,87	374	19,4	2,7
450x75	4,5	26,33	20,7	1,13	6430	94,3	15,6	1,89	286	14,8	2,7
350x50	4,5	19,58	15,4	0,75	2750	27,5	11,9	1,19	157	6,48	1,6
350x50	4,0	17,47	13,7	0,73	2470	24,8	11,9	1,19	141	5,81	1,6
300x50	4,5	17,33	13,6	0,82	1850	26,8	10,3	1,24	123	6,41	1,8
300x50	4,0	15,47	12,1	0,80	1660	24,1	10,4	1,25	111	5,74	1,8
250x50	4,5	15,08	11,8	0,91	1160	25,9	8,78	1,31	93,0	6,31	2,0
250x50	4,0	13,47	10,6	0,88	1050	23,3	8,81	1,32	83,7	5,66	2,0
200x50	4,5	12,83	10,1	1,03	666	24,6	7,20	1,38	66,6	6,19	2,2
200x50	4,0	11,47	9,00	1,00	600	22,2	7,23	1,39	60,0	5,55	2,2
200x50	3,2	9,263	7,27	0,97	490	18,2	7,28	1,40	49,0	4,51	2,3
150x75	6,0	16,82	13,2	2,15	573	91,9	5,84	2,34	76,4	17,2	4,6
150x75	4,5	12,83	10,1	2,08	448	71,4	5,91	2,36	59,8	13,2	4,6
150x75	4,0	11,47	9,00	2,06	404	64,2	5,93	2,36	53,9	11,8	4,6
150x50	4,5	10,58	8,31	1,20	329	22,8	5,58	1,47	43,9	5,99	2,6
150x50	4,0	9,474	7,44	1,17	297	20,6	5,60	1,47	39,6	5,38	2,6
150x50	3,2	7,663	6,02	1,14	244	16,9	5,64	1,48	32,5	4,37	2,6
60x30	2,3	2,586	2,03	0,86	14,2	2,27	2,34	0,94	4,72	1,06	1,8
60x30	1,6	1,836	1,44	0,82	10,3	1,64	2,37	0,95	3,45	0,75	1,8

Baja Pipa O
(untuk tiang pancang)

Diameter D (mm)	Tebal t (mm)	Luas F (cm^2)	Berat G (kg/m')	Momen inersia I (cm^4)	Jari-jari inersia i (cm)	Momen lawan W (cm)
21,7	1,9	1,182	0,928	0,585	0,703	0,539
	2,3	1,402	1,10	0,669	0,691	0,616
27,2	1,9	1,510	1,19	1,22	0,897	0,893
	2,3	1,799	1,41	1,41.	0,844	1,03
	2,8	2,146	1,68	1,62	0,868	1,19
34,0	2,2	2,198	1,73	2,79	1,13	1,64
	2,3	2,291	1,80	2,89	1,12	1,70
	3,2	3,096	2,43	3,71	1,09	2,18
42,7	2,3	2,919	2,29	5,98	1,43	2,80
	2,4	3,039	2,39	6,19	1,43	2,90
	2,8	3,510	2,76	7,02	1,41	3,29
48,6	2,3	3,345	2,63	8,99	1,64	3,70
	2,4	3,483	2,73	9,32	1,64	3,84
	2,8	4,029	3,16	10,6	1,62	4,36
	3,2	4,564	3,58	11,8	1,61	4,86
	3,5	4,959	3,89	12,7	1,60	5,22
60,5	2,3	4,205	3,30	17,8	2,06	5,90
	2,4	4,381	3,44	18,5	2,06	6,12
	2,5	4,555	3,58	19,2	2,05	6,34
	2,8	5,076	3,98	21,2	2,04	7,00
	3,2	5,760	4,52	23,7	2,03	7,84
	3,5	6,267	4,92	25,5	2,02	8,45
	3,8	6,769	5,31	27,3	2,01	9,03
	4,0	7,100	5,57	28,5	2,00	9,41
76,3	2,4	5,572	4,37	38,1	2,61	9,98
	2,8	6,465	5,08	43,7	2,60	11,5
	3,2	7,349	5,77	49,2	2,59	12,9
	3,5	8,005	6,28	53,2	2,58	13,9
	4,0	9,085	7,13	59,5	2,60	15,6
	5,0	11,20	8,79	71,5	2,53	18,7
89,1	2,8	7,591	5,96	70,7	3,05	15,9
	3,2	8,636	6,78	79,8	3,04	17,9
	3,5	9,412	7,39	86,4	3,03	19,4
	4,0	10,69	8,39	97,0	3,01	21,8
	4,2	11,2	8,79	101	3,01	22,7
	5,0	13,21	10,4	117	2,98	26,3
	5,5	14,45	11,3	127	2,96	28,4

Diameter D (mm)	Tebal t (mm)	Luas F (cm^2)	Berat G (kg/m)	Momen inersia I (cm^4)	Jari-jari inersia i (cm)	Momen lawan W (cm)
101,6	3,2	9,892	7,77	120	3,48	23,6
	3,5	10,79	8,47	130	3,47	25,6
	4,0	12,26	9,63	146	3,45	28,8
	4,2	12,85	10,1	153	3,45	30,1
	5,0	15,17	11,9	177	3,42	34,9
	5,5	16,60	13,0	192	3,40	37,9
	6,0	18,02	14,1	207	3,39	40,7
114,3	3,5	12,18	9,56	187	3,92	32,7
	4,5	15,52	12,2	234	3,89	41,0
	6,0	20,41	16,0	300	3,83	52,5
139,8	3,5	14,99	11,8	348	4,82	49,8
	4,0	17,07	13,4	394	4,80	56,3
	4,5	19,13	15,0	438	4,78	62,7
	6,5	27,22	21,4	606	4,72	86,7
165,2	4,0	20,26	15,9	658	5,70	79,7
	4,5	22,72	17,8	734	5,68	88,9
	5,0	25,16	19,8	808	5,67	97,7
	6,0	30,01	23,6	952	5,63	115
	7,1	35,26	27,7	1100	5,60	134
190,7	5,3	30,87	24,2	1330	6,56	139
216,3	4,5	29,94	23,5	1680	7,49	155
	5,8	38,36	30,1	2130	7,45	197
	8,2	53,61	42,1	2910	7,36	269
241,8	6,2	40,63	31,9	2210	7,28	206
267,4	6,0	49,27	38,7	4210	9,24	315
	6,4	52,48	41,2	4470	9,23	334
	6,6	54,08	42,4	4600	9,22	344
	9,3	75,41	59,2	6290	9,13	470
	9,5	76,97	60,4	6410	9,12	479
318,5	6,0	58,90	46,2	7190	11,1	452
	6,4	62,75	49,3	7640	11,0	480
	6,9	67,55	53,0	8200	11,0	515
	7,9	77,09	60,5	9300	11,0	584
	9,5	92,22	72,4	11000	10,9	692
	10,3	99,73	78,3	11900	10,9	744
355,6	6,0	65,90	51,7	10100	12,4	566
	6,4	70,21	55,1	10700	12,3	602
	7,9	86,29	67,7	13000	12,3	734
	9,5	103,3	81,1	15500	12.3	871
	11.1	120.1	94,3	17800	12,2	1,000

Diameter D (mm)	Tebal t (mm)	Luas F (cm^2)	Berat G (kg/m)	Momen inersia I (cm^4)	Jari-jari inersia i (cm)	Momen lawan W (cm)
355,6	6,0	65,90	51,7	10100	12,4	566
	6,4	70,21	55,1	10700	12,3	602
	7,9	86,29	67,7	13000	12,3	734
	9,5	103,3	81,7	15500	12,2	871
	11,1	120,1	94,3	17800	12,2	1000
	12,7	136,8	107	20100	12,1	1130
406,4	6,4	80,42	63,1	16100	14,1	792
	7,9	98,90	77,6	19600	14,1	967
	9,5	118,5	93,0	23300	14,0	1150
	12.7	157,1	123	30500	13,9	1500
457,2	6,4	90,64	71,2	23000	15,9	1010
	9,5	133,6	105	33500	15,8	1470
	12,7	177,3	139	43800	15,7	1920
	16,0	221,8	174	54000	15,6	2360
508,0	6,4	100,9	79,2	31700	17,7	1250
	9,0	141,1	111	43900	17,6	1730
	9,5	148,8	117	46200	17,6	1820
	12,0	187,0	147	57500	17,5	2270
	12,7	197,6	155	60600	17,5	2390
	16,0	247,3	194	74900	17,4	2950
558,8	9,5	163,9	129	61900	19,4	2210
	12,7	217,9	171	81300	19,3	2910
	16,0	272,8	214	101000	19,2	3600
609,6	9,0	169,8	133	76600	21,2	2510
	9,5	179,1	141	80600	21,2	2650
	12,0	225,3	177	101000	21,1	3300
	12,7	238,2	187	106000	21,1	3480
	16,0	298,4	234	132000	21,0	4310
711,2	9,0	198,5	156	122000	24,8	3440
	9,5	209,4	164	129000	24,8	3630
	12,0	263,6	207	161000	24,7	4530
	12,7	278,7	219	170000	24,7	4780
	16,0	349,4	274	211000	24,6	5940
812,8	9,5	239,7	188	193000	28,4	4760
	12,7	319,2	251	256000	28,3	6290
	16,0	400,5	314	318000	28,2	7820
914,4	9,5	270,1	212	276000	32,0	6050
	12,7	359,8	282	366000	31,9	8000
	16,0	451,6	354	456000	31,8	9970
1016,0	9,5	300.4	236	380000	35,6	7490
	12,7	400,3	314	504000	35,5	9220
	16.0	502,7	395	628000	35,4	12400

Profil baja yang berfungsi sebagai turap pada saat ini beredar beberapa tipe/ bentuk.
Adapun masing-masing tipe/bentuk berbeda-beda karakteristiknya :

1. Bentuk U
   a. Ruang kosong pada sambungan cukup rapat dan kedap air.
   b. Sepasang jari, seperti pada bentuk YSP, bentuk Larssen A dan bentuk L (bentuk FSP. A dan bentuk L) dapat dipasang, dikerjakan serta disimpan dengan mudah.
   c. Bentuk yang praktis dan sederhana, sehingga bentuk U sangat cocok untuk pemakaian yang berulang-ulang.

2. Bentuk Z
   a. Pemakaiannya sangat ekonomis, karena profil bentuk Z ini nilai "Momen Lawan"-nya relatif tinggi di bandingkan dengan beratnya.
   b. Kekuatan pada sambungannya tinggi.

3. Bentuk H
   a. "Momen Lawan"-nya tinggi, cocok untuk konstruksi besar.
   b. Sambungannya sangat kokoh.
   c. Konstruksi dengan profil bentuk H dapat sangat efektif daya kedap airnya, jika diantara sayap-sayap profil diisi adukan atau beton.
   d. Mempunyai daya dukung vertikal/tegak yang cukup besar.

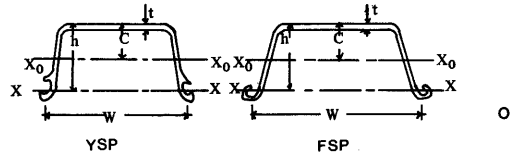
4. Bentuk Box/Kotak.
   Bentuk kotak ini terbuat dari dua profil bentuk U jenis Larssen yang bersatu sama lainnya.
   a. Cocok dipergunakan dalam konstruksi berat
   b. Panjang dari tiap bentuk U dapat di sambung dalam bentuk bentuk kotak berdasarkan kebutuhan rencana.

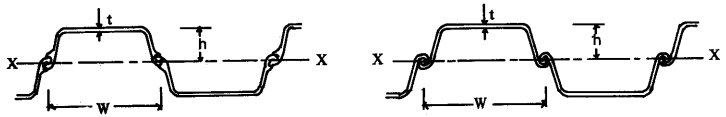
5. Bentuk Lurus
   a. Sambungannya sangat kokoh.
   b. Daya tahan terhadap tegangan pada sambungan tinggi, jadi sangat cocok di pergunakan dalam konstruksi yang mengutamakan kerja sama antara profil, seperti konstruksi "Cofferdam".

6. Bentuk Berbobot Kecil.
   a. Terdiri dari banyak variasi bentuk.
   b. Cocok untuk pemakaian yang berulang-ulang dan penyediaan fasilitas perbaikan.
   c. Gampang dalam pengerjaannya dan pengangkutannya.

7. Bentuk Pipa.
   a. Daya tekan terhadap momen yang terjadi sangat efektif, dan sangat cocok dipergunakan dalam konstruksi tembok penahan (tanpa jangkar)
   b. Mempunyai banyak macam diameter dan tebal, sehingga keluasa memilih sesuai dengan kebutuhan.
   c. Relatif ringan bobotnya kalau dibandingkan dengan ketahanannya.
   d. Mudah dalam pelaksanaan.

PROFIL BENTUK U

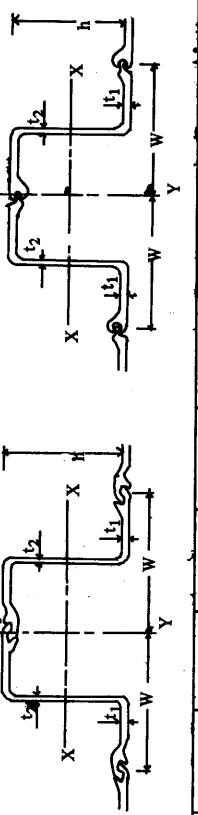




JIS.

Profil	Ukuran			Luas penampang		Luas permukaan		Titik berat	Berat		Momen inersia		Jari-jari inersia	Momen lawan	
	W	h	t	per-profil	per-lebar-dinding	per-profil	per-lebar-dinding	C	per-profil	per-lebar-dinding	per-profil	per-lebar-dinding	per-profil	per-profil	per-lebar-dinding
	mm in	mm in	mm in	cm2 in2	cm2/m in2/ft	m2/m ft2/ft	m2/m2 ft2/ft2	cm in	kg/m lbs/ft	kg/m2 lbs/ft	cm4 in4	cm4/m in4/ft	cm in	cm3 in3	cm3/m in3/ft
YSP–1	400 15,7	75 2,95	8,0 0,315	46,49 7,206	116,2 5,485	1,15 3,77	1,44 1,44	2,64 1,04	36,5 24,5	91,2 18,7	429 10,3	3,820 28,0	3,04 1,20	66,4 4,05	509 9,47
YSP–U5	400 15,7	80 3,15	7,6 0,299	45,21 7,008	113,0 5,334	1,17 3,84	1,47 1,47	2,78 1,09	35,5 23,9	88,8 18,2	454 10,9	4,220 30,9	3,17 1,25	64,7 3,95	527 9,80
FSP–1A	400 15,7	85 3,35	8,0 0,315	45,21 7,008	113,0 5,334	1,21 3,97	1,51 1,51	3,45 1,36	35,5 23,9	88,8 18,2	598 14,4	4,500 32,9	3,64 1,43	88,0 5,37	529 9,84
YSP–II	400 15,7	100 3,94	10,5 0,413	61,18 9,483	153,0 7,222	1,24 4,07	1,55 1,55	3,62 1,43	48,0 32,3	120 24,6	986 23,7	8,690 63,6	4,01 1,58	121 7,38	869 16,2
FSP–II	400 15,7	100 3,94	10,5 0,413	61,18 9,483	153,0 7,222	1,33 4,36	1,66 1,66	4,04 1,59	48,0 32,3	120 24,6	1,240 29,8	8,740 64,0	4,50 1,77	152 9,27	874 16,3
YSP–U9	400 15,7	110 4,33	9,3 0,366	55,01 8,527	137,5 6,490	1,29 4,23	1,61 1,61	3,86 1,52	43,2 29,0	108 22,1	1,070 25,7	9,680 70,9	4,42 1,74	120 7,32	880 16,4
FSP–IIA	400 15,7	120 4,72	9,2 0,362	55,01 8,527	137,5 6,490	1,34 4,40	1,68 1,68	4,72 1,86	43,2 29,0	108 22,1	1,460 35,0	10,600 77,6	5,15 2,03	160 9,76	880 16,4
YSP–III	400 15,7	125 4,92	13,0 0,512	76,42 11,85	191,0 9,015	1,33 4,36	1,66 1,66	4,72 1,86	60,0 40,3	150 30,8	1,920 46,1	16,400 120	5,01 1,97	196 12,0	1,310 24,4
FSP–III	400 15,7	125 4,92	13,0 0,512	76,42 11,85	191,0 9,015	1,44 4,72	1,80 1,80	4,90 1,93	60,0 40,3	150 30,8	2,220 53,3	16,800 123	5,39 2,12	223 13,6	1,340 24,9
YSP–U15	400 15,7	150 5,91	12,2 0,480	74,40 11,53	186,0 8,779	1,43 4,69	1,78 1,78	5,71 2,25	58,4 39,2	146 29,9	2,700 64,8	22,800 167	5,13 2,02	238 14,5	1,520 28,3
FSP–IIIA	400 15,7	150 5,91	13,1 0,516	74,40 11,53	186,0 8,779	1,44 4,72	1,80 1,80	5,84 2,30	58,4 39,2	146 29,9	2,790 67,0	22,800 167	6,12 2,41	250 15,2	1,520 28,3
YSP–IV	400 15,7	155 6,10	15,5 0,610	96,99 15,03	242,5 11,45	1,47 4,82	1,84 1,84	5,85 2,30	76,1 51,1	190 39,0	3,690 88,6	31,900 234	6,15 2,42	311 19,0	2,060 38,3
FSP–IV	400 15,7	170 6,69	15,5 0,610	96,99 15,03	242,5 11,45	1,61 5,28	2,01 2,01	6,45 2,54	76,1 51,1	190 39,0	4,670 112	38,600 283	6,94 2,73	362 22,1	2,270 42,2
YSP–U23	400 15,7	175 6,89	14,7 0,579	94,21 14,60	235,5 11,12	1,56 5,12	1,94 1,94	6,51 2,56	74,0 49,7	185 37,9	4,380 105	39,400 288	6,81 2,68	330 20,1	2,250 41,8
FSP–IVA	400 15,7	185 7,28	16,1 0,634	94,21 14,60	235,1 11,10	1,57 5,15	1,96 1,96	7,45 2,93	74,0 49,7	185 37,9	5,300 127	41,600 305	7,50 2,95	400 24,4	2,250 41,8
YSP–V	420 16,5	175 6,89	22,0 0,866	134,0 20,77	319,0 15,06	1,59 5,22	1,99 1,99	6,15 2,42	105 70,6	250 51,2	5,950 143	55,200 404	6,67 2,63	433 26,4	3,150 58,6
FSP–VL	500 19,7	200 7,87	24,3 0,957	133,8 20,74	267,6 12,63	1,75 5,74	1,75 1,75	6,94 2,73	105 70,6	210 43,0	7,960 191	63,000 461	7,71 3,04	520 31,7	3,150 58,6
FSP–VIL	500 19,7	225 8,86	27,6 1,09	153,0 23,72	306,0 14,44	1,83 6,00	1,83 1,83	8,09 3,19	120 80,6	240 49,2	11,400 274	86,000 630	8,63 3,40	680 41,5	3,820 71,1

PROFIL BENTUK Z

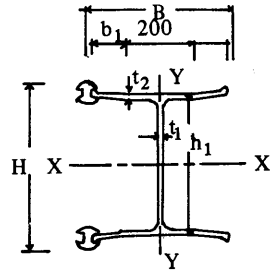


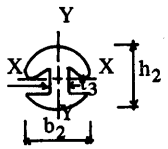
JIS.

Profil	Ukuran				Luas penampang		Berat		Luas permukaan		titik berat		Momen inersia		Jari2 iners.	Momen lawan	
	W	h	t1	t2	per-profil	per-lebar-dinding	per-profil	per-lebar-dinding	per-profil	per-lebar-dinding	Cx	Cy	per-profil	per-lebar-dinding	per-profil	per-profil	per-lebar-dinding
	mm in	mm in	mm in	mm in	cm2 in2	cm2/m in2/ft	kg/m lbs/ft	kg/m2 lbs/ft2	m2/m ft2/ft	m2/m2 ft2/ft2	cm in	cm in	cm4 in4	cm4/m in4/ft	cm in	cm3 in3	cm3/m in3/ft
YSP–Z14	400 15,7	235 9,25	9,4 0,370	8,2 0,323	66,06 10,24	165,2 7,797	51,9 34,9	130 26,6	1,42 4,66	1,77 1,77	11,7 4,61	20,0 7,87	6,480 156	16,200 119	9,90 3,90	552 33,7	1,380 25,7
YSP–Z25 FSP–Z25	400 15,7	305 12,0	13,0 0,512	9,6 0,378	94,32 14,62	235,8 11,13	74,0 49,7	185 37,9	1,61 5,28	2,01 2,01	15,3 6,02	20,0 7,87	15,300 367	38,300 280	12,74 5,02	1,000 61,0	2,510 46,7
YSP–Z32 FSP–Z32	400 15,7	344 13,5	14,2 0,559	10,4 0,409	107,7 16,69	269,2 12,71	84,5 56,8	211 43,3	1,70 5,58	2,13 2,13	17,2 6,77	19,5 7,68	22,000 528	55,000 403	14,26 5,61	1,280 78,1	3,200 59,5
YSP–Z38 FSP–Z38	400 15,7	364 14,3	17,2 0,677	11,4 0,449	122,2 18,94	305,5 14,42	96,0 64,5	240 49,2	1,72 5,64	2,16 2,16	18,2 7,17	19,5 7,68	27,700 665	69,200 507	15,05 5,93	1,520 92,7	3,800 70,7
YSP–Z45	400 15,7	360 14,2	21,5 0,846	12,5 0,492	148,2 22,97	370,5 17,49	116 78,0	290 59,4	1,68 5,51	2,10 2,10	18,0 7,09	20,9 8,23	32,900 790	82,200 602	14,89 5,86	1,820 111	4,550 84,6
FSP–Z45	400 15,7	367 14,4	21,9 0,862	13,2 0,520	148,2 22,97	370,5 17,49	116 78,0	290 59,4	1,76 5,77	2,20 2,20	18,4 7,24	20,0 7,87	33,400 802	83,500 611	15,00 5,91	1,820 111	4,550 84,6

PROFIL BENTUK H

Profil bentuk H dalam tata pelaksanaannya dikenal dua jenis, yaitu H_{66} dan H_{74}

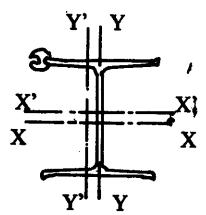


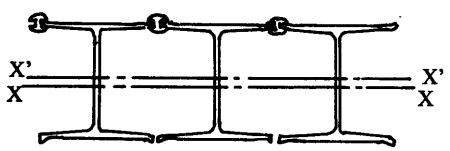


JIS.

Profil H (tunggal)													Penyambung				
Ukuran						Luas penampang	Berat	Momen inersia		Momen lawan		Ukuran			Luas penampang	Berat
H	B	b_1	h_1	t_1	t_2			I_x	I_y	W_x	W_y	b_2	h_2	t_3		
mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm2	kg/m	cm4	cm4	cm3	cm3	mm	mm	mm	cm2	kg/m
in	in	in	in	in	in	in2	lbs/ft	in4	in4	in3	in3	in	in	in	in2	lbs/ft
486	420	403	410	10	13,5	165,0	130	54800	17000	2670	850	67	64	14	22,99	18,0
19,1	16,5	15,9	16,1	0,394	0,531	25,58	87,4	1320	408	163	51,8	2,64	2,52	0,551	3,563	12,1

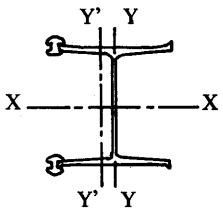
SAMBUNGAN PADA SATU SISI (H_{66})

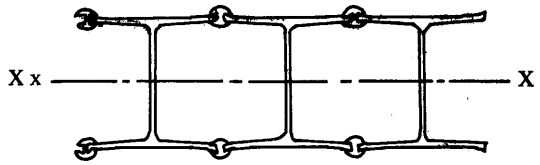




JIS.

Per Profil						Per Lebar Dinding			
Luas penampang	Berat	Momen inersia		momen lawan		Luas penampang	Berat	Momen inersia	momen lawan
		I'_x	I'_y	W'_x	W'_y			I'_x	W'_y
cm2	kg/m	cm4	cm4	cm3	cm3	cm2/m	kg/m2	cm4/m	cm3/m
in2	lbs/ft	in4	in4	in3	in3	in2/ft	lbs/ft2	in4/ft	in3/ft
188,0	148	64000	26000	2770	1150	447,6	351	152000	6600
29,14	99,5	1540	624	169	70,2	21,13	72,0	1110	123

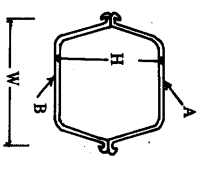




JIS

Per Profil						Per Lebar Dinding			
Luas penam-pang	Berat	Momen Inersia		Momen Lawan		Luas penam-pang	Berat	Momen Inersia	Momen Lawan
		I_x	$I_{y'}$	W_x	$W_{y'}$			I_x	W_x
cm2 in2	kg/m lbs/ft	cm4 in4	cm4 in4	cm3 in3	cm3 in3	cm2 in2	kg/m lbs/ft	cm4/m in4/ft	cm3/m in3/ft
211,0	166	75700	33000	3120	1340	502,4	394	180000	7420
32,70	112	1820	792	190	81,7	77,87	80,8	1320	138

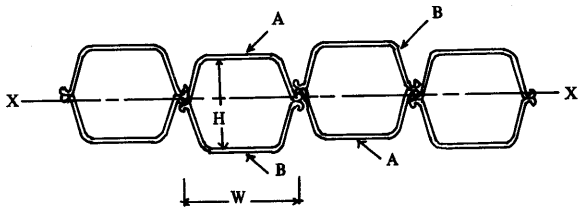
Bentuk Kotak



JIS

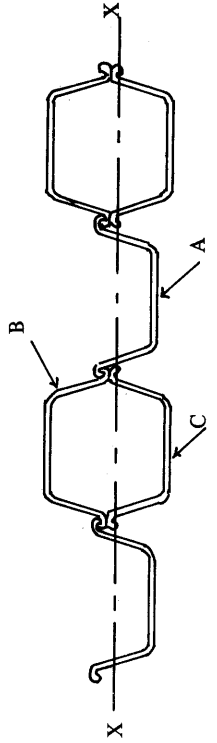
Profil		Ukuran		Luas penam-pang	Momen inersia	Momen lawan	Momen statis
A	B	H	W				
		mm in	mm in	cm^2 in^2	cm^4 in^4	cm^3 in^3	cm^3 in^3
FSP IA	FSP IA	205 8,07	400 15,7	90,42 14,02	5860 129	523 32,9	307 18,7
FSP IIA	FSP IA	241 9,49	400 15,7	100,2 15,53	8210 197	678 41,4	391 23,9
FSP IIA	FSP IIA	277 10,9	400 15,7	110,0 17,05	11800 283	852 52,0	493 30,1
FSP IIIA	FSP IIA	309 12,2	400 15,7	129,4 20,06	17100 410	1040 63,4	639 39,0
FSP IIIA	FSP IIIA	340 13,4	400 15,7	148,8 23,06	24300 583	1430 87,2	836 51,0
FSP IVA	FSP IIIA	377 14,8	400 15,7	168,6 26,13	32900 790	1690 103	1010 61,6
FSP IVA	FSP IVA	414 16,3	400 15,7	188,4 29,20	43300 1040	2090 127	1240 75,6
FSP VL	FSP VL	445 17,5	500 19,7	267,6 41,48	80500 1930	3620 221	2050 125
FSP VIL	FSP VL	471 18,5	500 19,7	286,8 44,45	92500 2200	3850 235	2320 142
FSP VIL	FSP VIL	497 19,6	500 19,7	306,0 47,43	10800 2590	4350 265	2560 156
FSP II	FSP II	244 9,61	400 15,7	122,4 18,94	10600 254	869 53,0	499 30,4
FSP III	FSP II	271 10,7	400 15,7	137,6 21,33	14200 341	1020 62,2	609 37,1
FSP III	FSP III	297 11,7	400 15,7	152,8 23,68	19600 470	1320 80,5	761 46,4
FSP IV	FSP III	342 13,5	400 15,7	173,4 26,88	28500 684	1610 98,2	962 58,7
FSP IV	FSP IV	387 15,2	400 15,7	194,0 30,07	41600 998	2150 131	1250 76,3

Bentuk Kotak



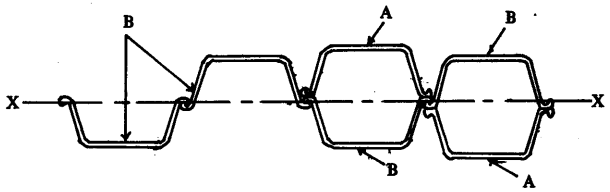
Profil		Ukuran		Luas penam-pang	Momen inersia	Momen lawan	Momen statis	Berat kg / m² lbs / ft²				
		H	W					Perbandingan panjang dinding tiang kotak dengan panjang dinding seluruhnya				
A	B	mm in	mm in	cm^2/m' in^2/ft'	cm^4/m' in^4/ft'	cm^3/m' in^3/ft'	cm^3/m' in^3/ft'	100%	90%	80%	70%	60%
FSP IA	FSP IA	205 8,07	400 15,7	226,0 10,7	13400 98,1	1310 21,4	768 14,3	177,6 36,4	168,7 34,6	159,8 32,8	150,9 30,9	142,1 29,1
FSP IIA	FSP IA	241 9,49	400 15,7	250,5 11,8	20500 150	1700 31,6	978 18,2	196,8 40,3	187,9 38,5	179,0 36,7	170,2 34,9	161,3 33,0
FSP IIA	FSP IIA	277 10,9	400 15,7	275,0 13,0	29500 216	2130 39,6	1230 22,9	216,0 44,3	205,2 42,1	194,4 39,9	183,6 37,6	172,8 35,4
FSP IIIA	FSP IIA	309 12,2	400 15,7	323,5 15,3	42800 313	2600 48,4	1600 29,8	254,0 52,1	243,2 49,9	232,4 47,6	221,6 45,4	210,8 43,2
FSP IIIA	FSP IIIA	340 13,4	400 15,7	372,0 17,6	60750 445	3580 66,6	2090 38,9	292,0 59,9	277,4 56,9	262,8 53,9	248,2 50,9	233,6 47,9
FSP IVA	FSP IIIA	377 14,8	400 15,7	421,5 19,9	82200 602	4220 78,5	2520 46,9	331,0 67,9	316,4 64,9	301,8 61,9	287,2 58,9	272,2 55,9
FSP IVA	FSP IVA	414 16,3	400 15,7	471,0 22,2	108000 791	5220 97,1	3100 57,7	370,0 75,9	351,5 72,1	333 68,3	314,5 64,5	296 60,7
FSP VL	FSP VL	445 17,5	500 19,7	536,2 25,3	161000 118 x 10	7240 135	4100 76,3	420 86,1	399 81,8	378 77,5	357 73,2	336 68,9
FSP VIL	FSP VL	471 18,5	500 19,7	573,6 27,1	185000 135 x 10	7700 143	4640 86,3	450 92,4	429 87,9	408 83,6	387 79,3	366 75,0
FSP VIL	FSP VIL	497 19,6	500 19,7	612,0 28,9	216000 158 x 10	8700 162	5120 95,2	480 98,4	456 93,5	432 88,6	408 83,6	384 78,7
FSP II	FSP II	244 9,61	400 15,7	306,0 14,4	26500 194	2170 40,4	1250 23,2	240 49,2	228 46,7	216 44,3	204 41,8	192 39,4
FSP III	FSP II	271 10,7	400 15,7	344,0 16,2	35500 260	2550 47,4	1520 28,3	270 55,4	258 52,9	246 50,4	234 48,0	222 45,5
FSP III	FSP III	297 11,7	400 15,7	382,0 18,0	49000 359	3300 61,4	1900 35,3	300 61,5	285 58,4	270 55,4	255 52,3	240 49,2
FSP IV	FSP III	342 13,5	400 15,7	433,5 20,5	71200 521	4020 74,8	2400 44,6	340 69,7	325 66,6	310 63,6	295 60,5	280 57,4
FSP IV	FSP IV	387 15,2	400 15,7	485,0 22,9	104000 761	5380 100	3120 58,0	380 77,9	361 74,0	342 70,1	323 66,2	304 62,3

Bentuk Kotak



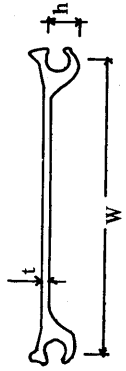
Profil			Luas Penam-pang	Momen inersia	Momen lawan	Berat kg / m² lbs / ft² Profil A lebih pendek dari B & C					Profil C lebih pendek dari A & B				
A	B	C	cm^2/m' in^2/ft'	cm^4/m' in^4/ft'	cm^3/m' in^3/ft'	100%	90%	80%	70%	60%	90%	80%	70%	60%	50%
FSP VL	FSP VL	FSP VL	401,4 18,9	99000 725	3810 70,9	315 64,6	304,5 62,4	294 60,3	283,5 58,1	273 56,0	304 5 62,4	294 60,3	283,5 58,1	273 56,9	262,5 53,8
FSP VL	FSP VL	FSP VIL	420,6 19,9	110000 805	4110 76,4	330 67,7	319,5 65,5	309 63,3	298,5 61,2	288 59,0	318 65,2	306 62,7	294 60,3	282 57,8	260 53,3
FSP VL	FSP VIL	FSP VIL	439.8 20,8	127000 930	4510 83,9	345 70,7	334,5 68,6	324 66,4	313,5 64,3	303 62,1	333 68,3	321 65,8	309 63,3	297 60,9	285 58,4
FSP VIL	FSP VIL	FSP VIL	459.0 21,7	134000 981	4640 86.3	360 73.8	348 71.3	336 68,9	324 66,4	312 64,0	348 71,3	336 68,9	324 66,4	312 64,0	300 61,5

Bentuk Kotak



Profil	Luas Penam-pang	Momen inersia	Momen lawan	Berat kg / m² lbs / ft²					
				A lebih pendek dari B					
A,B	cm²/m' in²/ft'	cm⁴/m' in⁴/ft'	cm³/m' in³/ft'	100%	90%	80%	70%	60%	50%
FSP. IA	169,5 8,00	8950 65,5	920 17,1	133 27,3	129 26,4	124 25,4	120 24,6	115 23,6	111 22,8
FSP. II	229,5 10,8	17600 129	1520 28,3	180 36,9	174 35,7	168 34,4	162 33,2	156 32,0	150 30,8
FSP. IIA	206,2 9,73	20000 146	1510 28,1	162 33,2	156 32,0	151 31,0	146 29,9	140 28,7	135 27,7
FSP. III	286,5 13,5	32900 241	2310 43,0	225 46,1	217 44,5	210 43,0	202 41,4	195 40,0	187 38,3
FSP. IIIA	279 0 13,2	41800 306	2550 47,4	219 44,9	212 43,5	204 41,8	197 40,4	190 39,0	182 37,3
FSP. IV	363,7 17,2	71300 522	3830 71,2	285 58,4	276 56,6	266 54,5	257 52,7	247 50,6	238 48,8
FSP. IVA	353,3 16,7	74800 548	3740 69,6	277 56,8	268 54,9	259 53,1	250 51,2	240 49,2	231 47,4
FSP. VL	401,4 18,9	112000 820	5200 96,7	315 64,6	305 62,5	294 60,3	284 58,2	273 56,0	263 53,9
FSP. VIL	459,0 21,7	151000 1110	6260 116	360 73,8	348 71,3	336 68,9	324 66,4	312 64,0	300 61,5

Bentuk Lurus

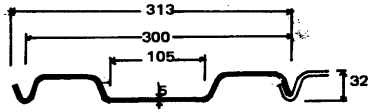


JIS.

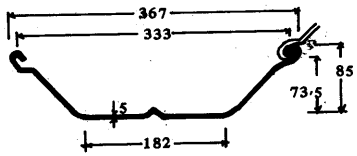
Profil	Ukuran			Luas Penampang		Berat		Momen inersia		Jari inersia	Momen lawan	
	W	h	t	Per Profil	Per lebar dinding	Per Profil	Per lebar dinding	Per Profil	Per lebar dinding	Per Profil	Per Profil	Per lebar dinding
	mm in	mm in	mm in	cm² in²	cm²/m' in²/ft'	kg/m' lbs/ft'	kg/m² lbs/ft²	cm⁴ in⁴	cm4/m' in⁴/ft'	cm in	cm³ in³	cm³/m' in³/ft'
YSP. F, FSP. F	400 15,7	44,5 1,75	9,5 0,375	69,07 10,71	172,7 35,40	54,2 36,4	136 27,9	190 4,56	525 3,84	1,66 0,654	47,8 2,92	120 2,23
YSP. FA, FSP. FA	400 15,7	44,5 1,75	12,7 0,500	77,50 12,01	193,8 39,73	60,8 40,9	152 31,2	196 4,70	520 3,81	1,59 0,626	48,3 2,95	117 2,18

Bentuk Berbobot Kecil

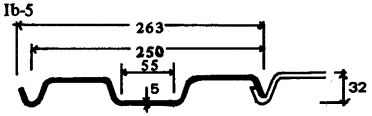
LSP Ia - 5



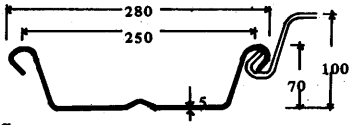
LSP IIIa-5



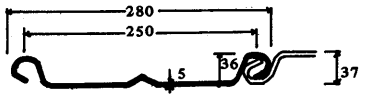
LSP Ib-5



LSP III-5



LSP II-5

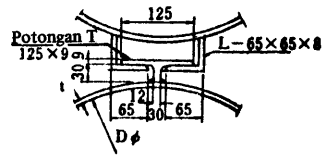


JIS.

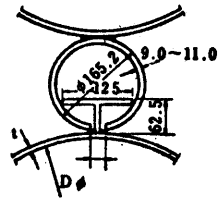
Profil	Ukuran			Per – profil				Per – lebar dinding	
	W	h	t	Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen inersia	Berat	Momen lawan
	mm in	mm in	mm in	cm^2 in^2	kg/m' lbs/ft'	cm^4 in^4	cm^3 in^3	kg/m^2 ibs/ft^2	cm^3/m' in^3/ft'
LSP Ia – 4	300 11,8	31 1,22	4 0,157	15,19 2,354	12,0 8,06	21,7 0,521	13,9 0,848	40,0 8,20	46,3 0,861
LSP Ia – 5	300 11,8	32 1,26	5 0,197	19,01 2,947	16,0 10,1	27,2 0,653	16,8 1,02	50,0 10,2	56,0 1,04
LSP Ib – 4	250 9,84	31 1,22	4 0,157	13,19 2,044	10,4 6,99	19,3 0,463	11,3 0,689	41,6 8,53	45,2 0,841
LSP Ib – 5	250 9,84	32 1,26	6 0,197	16,51 2,559	12,9 8,67	24,2 0,581	13,8 0,842	51,6 10,6	55,2 1,03
LSP II – 4	250 9,84	35 1,38	4 0,157	15,09 2,339	11,9 8,00	16,6 0,398	7,0 0,427	47,6 9,67	52,6 0,978
LSP II – 5	250 9,84	36 1,42	5 0,197	18,90 2,930	14,8 9,95	20,9 0,502	8,5 0,518	59,2 12,1	60,4 1,12
LSP III - 5	250 9,84	70 2,76	5 0,197	20,39 3,160	16,4 11,0	167 4,01	38,8 2,37	65,6 13,4	213 3,96
LSP III - 6	250 9,84	70 2,76	6 0,236	26,50 4,108	20,8 14,0	180 4,32	41,8 2,55	83,2 17,1	252 4,69
LSP IIIa-5	333 13,1	85 3,35	5 0,197	24,60 3,813	19,3 13,0	212 5,09	39,0 2,38	57,9 11,9	272 5,06
LSP IIIa-6	333 13,1	87 3,43	6 0,236	29,66 4,597	23,3 15,7	255 6,12	45,8 2,79	69,9 14,3	330 6,14

Tipe Sambungan Untuk Bentuk Pipa

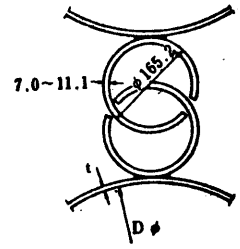
Tipe A.
luas penampang = 34,28 cm^2
berat = 28,02 kg/m'



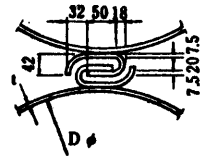
Tipe B.
luas penampang = 59,32 cm^2
berat = 46,6 kg/m'



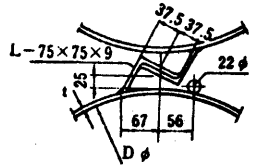
Tipe C.
luas penampang = 106,50 cm^2
berat = 83,6 kg/m'



Tipe D.
luas penampang @ 30,06 cm^2
berat = 23,6 kg/m'



Tipe E.
luas penampang = 29,17 cm^2
berat = 22,90 kg/m'



Tipe pipa (JIS A 5525)

Diameter Luar mm in	Tebal mm in	Per-pipa: Luas Penampang cm^2 in^2	Berat kg/m Lbs/ft	Momen inersia cm^4 in^4	Momen lawan cm^3 in^3	Permeter dinding (tipe A): Luas Penampang cm^2 in^2	Berat kg/m Lbs/ft	Momen inersia cm^4 in^4	Momen lawan cm^3 in^3	Permeter dinding (tipe B): Luas Penampang cm^2 in^2	Berat kg/m Lbs/ft	Momen inersia cm^4 in^4	Momen lawan cm^3 in^3
508,0	9,0	141,1	111	$439x10^2$	173x10	308,8	244	$773x10^2$	304x10	295,6	232	$648x10^2$	255x10
	0,354	21,89	74,6	105x10	106	14,6	164	566	56,5	14,0	156	474	47,4
	12,0	187,0	147	$575x10^2$	227x10	389,6	308	$101x10^3$	399x10	363,3	285	$849x10^2$	334x10
20,0	0,472	28,98	98,8	138x10	138	18,4	207	739	74,2	17,1	192	621	62,1
	14,0	217,3	171	$663x10^2$	261x10	442,9	350	$117x10^3$	460x10	408,0	320	$978x10^2$	385x10
	0,551	33,68	115	159x10	159	20,9	235	856	85,6	19,3	215	716	71,6
609,6	9,0	169,8	133	$766x10^2$	251x10	304,8	241	$114x10^3$	375x10	293,9	231	$982x10^2$	322x10
24,0	0,354	26,32	89,4	184x10	153	14,4	162	834	69,8	13,9	155	719	59,9
	12,0	225,3	177	$101x10^2$	330x10	387,6	306	$150x10^3$	493x10	365,1	287	$129x10^3$	423x10
	0,472	34,92	119	242x10	201	18,3	206	110x10	91,7	17,2	193	944	78,7
	14,0	262,0	206	$116x10^3$	381x10	442,4	349	$174x10^3$	569x10	412,1	324	$149x10^3$	489x10
	0,551	40,61	138	278x10	232	20,9	235	127x10	106	19,5	218	109x10	91,0
711,2	9,0	198,5	156	$122x10^3$	344x10	301,9	238	$159x10^3$	446x10	292,6	230	$139x10^3$	391x10
28,0	0,354	30,77	105	293x10	210	14,2	160	116x10	83,0	13,8	155	102x10	72,7
	12,0	263,6	207	$161x10^3$	453x10	386,2	305	$209x10^3$	588x10	366,4	288	$183x10^3$	514x10
	0,472	40,86	139	386x10	276	18,2	205	153x10	109	17,3	194	134x10	95,6
	14,0	306,6	241	$186x10^3$	524x10	442,1	348	$242x10^3$	680x10	415,3	326	$212x10^3$	595x10
	0,551	47,52	162	446x10	320	20,9	234	177x10	126	19,6	219	155x10	111
	16,0	349,4	274	$211x10^3$	594x10	497,6	392	$274x10^3$	770x10	463,9	364	$240x10^3$	674x10
	0,630	54,16	184	506x10	362	23,5	263	201x10	143	21,9	245	176x10	125
812,8	9,0	227,3'	178	$184x10^3$	452x10	299,7	236	$210x10^3$	518x10	291,6	229	$187x10^3$	460x10
	32,0	35,23	120	442x10	276	14,1	159	154x10	96,3	13,8	154	137x10	85,6
	12,0	301,9	237	$242x10^3$	596x10	385,2	304	$277x10^3$	682x10	367,5	289	$246x10^3$	606x10
	0,472	46,79	159	581x10	364	18,2	204	203x10	127	17,3	194	180x10	113
	14,0	351,3	276	$280x10^3$	690x10	441,8	348	$321x10^3$	790x10	417,8	328	$285x10^3$	702x10
	0,551	54,45	185	672x10	421	20,9	234	235x10	147	19,7	220	209x10	131
	16,0	400,5	314	$318x10^3$	782x10	498,2	392	$364x10^3$	896x10	467,9	367	$324x10^3$	796x10
	0,630	62,08	211	763x10	477	23,5	263	266x10	167	22,1	247	237x10	148

Diameter Luar mm in	Tebal mm in	Per-pipa: Luas Penampang cm^2 in^2	Berat kg/m Lbs/ft	Momen inersia cm^4 in^4	Momen inersia cm^3 in^3	Per meter dinding (tipe A): Luas Penampang cm^2 in^2	Berat kg/m Lbs/ft	Momen inersia cm^4 in^4	Momen lawan cm^3 in^3	Per meter dinding (tipe B): Luas Penampang cm^2 in^2	Berat kg/m Lbs/ft	Momen inersia cm^4 in^4	Momen lawan cm^3 in^3
914,4	12,0	340,2	267	$346x10^3$	758x10	384,3	303	$355x10^3$	777x10	368,4	289	$319x10^3$	699x10
36,0	0,472	52,73	179	830x10	462	18,1	204	260x10	145	17,4	194	234x10	130
	14,0	396,0	311	$401x10^3$	878x10	441,4	348	$412x10^3$	901x10	419,9	330	$370x10^3$	810x10
	0,551	61,38	209	962x10	536	20,8	234	302x10	168	19.8	222	271x10	151
	16,0	451,6	354	$456x10^3$	997x10	498,6	393	$468x10^3$	$102x10^2$	471,1	370	$420x10^3$	919x10
	0,630	70,00	238	$109x10^2$	608	23,5	264	343x10	190	22,2	249	307x10	171
1016,0	12,0	378,5	297	$477x10^3$	939x10	383,6	302	443x10	873x10	369,2	290	$402x10^3$	792x10
40.0	0,472	58,67	200	$114x10^2$	573	18,1	203	324x10	162	17,4	195	294x10	147
	14,0	440,7	346	$553x10^3$	$109x10^2$	441,4	348	$514x10^3$	$101x10^2$	421,6	331	$466x10^3$	918x10
	0,551	68.31	233	$133x10^2$	665	20,8	234	376x10	188	19,9	222	341x10	171
	16,0	502,7	395	$628x10^3$	$124x10^2$	499,0	393	$584x10^3$	$115x10^2$	473,8	372	$530x10^3$	$104x10^2$
	0,630	77,92	265	$151x10^2$	756	23,6	264	427x10	214	22.4	250	388x10	193
	19,0	595.1	467	$740x10^3$	$146x10^2$	584,9	460	$687x10^3$	$135x10^3$	551,8	433	$624x10^3$	$123x10^2$
	0,748	92,24	314	$178x10^2$	891	27,6	309	503x10	251	26,0	291	457x10	229
1117,6	12	416,8	327	$637x10^3$	$114x10^2$	383,0	302	$541x10^3$	968x10	369,8	290	$495x10^3$	885x10
44,0	0,472	64,60	220	$153x10^2$	695	18,1	203	396x10	180	17,5	195	362x10	165
	14	485,4	381	$739x10^3$	$132x10^2$	441,3	347	$628x10^3$	$112x10^2$	423,0	332	$574x10^3$	$103x10^2$
	0,551	75,24	256	$177x10^2$	805	20,8	233	460x10	208	20,0	223	420x10	192
	16	553,7	435	$840x10^3$	$150x10^2$	499,3	393	$713x10^3$	$128x10^2$	476,1	374	$652x10^3$	$117x10^2$
	0,630	85,82	292	$202x10^2$	915	23,6	264	522x10	238	22,5	251	477x10	218
	19	655,8	515	$990x10^3$	$177x10^2$	586,0	461	$840x10^3$	$150x10^2$	555,4	436	$768x10^3$	$138x10^2$
	0,748	101,6	346	$238x10^2$	108x10	27,7	310	615x10	279	26,2	293	562x10	257
1219,2	12	455,1	357	$829x10^3$	$136x10^2$	382,6	301	$648x10^3$	$106x10^2$	370,3	291	$597x10^3$	979x10
48,0	0,472	70,54	240	$199x10^2$	830	18,1	202	474x10	197	17,5	196	437x10	182
	14	530,1	416	$962x10^3$	$158x10^2$	441,2	347	$752x10^3$	$123x10^2$	424,3	383	$693x10^3$	$114x10^2$
	0,551	82,17	280	$231x10^2$	964	20,8	233	550x10	229	20,0	224	507x10	212
	16	604,8	475	$110x10^4$	$180x10^2$	499,6	393	$856x10^3$	$140x10^2$	478,1	375	$788x10^3$	$129x10^2$
	0,630	93,74	319	$264x10^2$	110x10	23,6	264	627x10	260	22,6	252	577x10	240
	19	716,4	562	$129x10^4$	$212x10^2$	586,8	462	$101x10^4$	$165x10^2$	558,4	438	$929x10^3$	$152x10^2$
	0,748	111,0	378	$310x10^2$	129x10	27,8	310	739x10	307	26,4	294	680x10	283
	22	827,4	650	$148x10^4$	$243x10^2$	673,6	530	$116x10^4$	$190x10^2$	638,3	501	$107x10^4$	$175x10^2$
	0,866	128,2	437	$355x10^2$	148x10	31,8	356	849x10	353	30,1	337	783x10	326

Diameter Luar	Tebal	Perpipa				Per meter dinding (tipe A)				Per meter dinding (tipe B)			
		Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen lawan	Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen lawan	Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen lawan
mm in	mm in	cm^2 in^2	kg/m lbs/ft'	cm^4 in^4	cm^3 in^3	cm^2 in^2	kg/m Lbs/ft	cm^4 in4	cm^3 in^3	cm^2 in^2	kg/m Lbs/ft	cm^4 in^4	cm^3 in^3
1320,8	14	574,8	451	$123x10^4$	$186x10^2$	441,1	347	$889x10^3$	$135x10^2$	425,3	334	$823x10^3$	125x10
52,0	0,551	89,09	303	$295x10^2$	113x10	20,8	233	651x10	251	20,1	224	602x10	232
	16	655,9	515	$140x10^4$	$211x10^2$	499,8	393	$101x10^4$	$153x10^2$	479,7	377	$936x10^3$	$142x10^2$
	0,630	101,7	346	$336x10^2$	129x10	23,6	264	739x10	285	22,6	253	685x10	264
	19	777,0	610	$165x10^4$	$249x10^2$	587,6	462	$119x10^4$	$181x10^2$	561,0	440	$110x10^4$	$167x10^2$
	0,748	120,4	410	$396x10^2$	152x10	27,7	310	871x10	337	26,5	296	805x10	311
	22	897,7	705	$189x10^4$	$287x10^2$	674,9	531	$137x10^4$	$208x10^2$	641,9	504	$127x10^4$	$192x10^2$
	0,866	139,1	474	$454x10^2$	175x10	31,9	367	$100x10^2$	387	30,3	339	930x10	357
	24	977,8	768	$206x10^2$	$311x10^2$	732,9	576	$149x10^4$	$225x10^2$	695,7	546	$138x10^4$	$209x10^2$
	0,945	151,6	516	$494x10^2$	190x10	34,6	387	$109x10^2$	418	32,8	367	$101x10^2$	389
1422,4	14	619,4	486	$154x10^4$	$216x10^2$	441,0	347	$104x10^4$	$146x10^2$	426,3	335	$965x10^3$	$136x10^2$
56,0	0,551	96,01	327	$370x10^2$	132x10	20,8	233	761x10	272	20,1	225	706x10	253
	16	706,9	555	$175x10^4$	$246x10^2$	500,0	393	$118x10^4$	$166x10^2$	481,2	378	$110x10^4$	$154x10^2$
	0,630	109,6	373	$420x10^2$	150x10	23,6	264	864x10	309	22,7	254	805x10	286
	19	837,7	658	$206x10^4$	$290x10^2$	588,2	462	$139x10^4$	$196x10^2$	563,3	442	$130x10^4$	$182x10^2$
	0,748	129,8	442	$494x10^2$	177x10	27,8	310	$102x10^2$	365	26,6	297	952x10	339
	22	967,9	760	$237x10^4$	$334x10^2$	676,0	531	$160x10^4$	$225x10^2$	645,1	506	$149x10^4$	$210x10^2$
	0,866	150,0	511	$569x10^2$	204x10	31,9	357	$117x10^2$	418	30,4	340	$109x10^2$	391
	24	1054,0	828	$258x10^4$	$362x10^2$	734,4	577	$174x10^4$	$245x10^2$	699,4	549	$162x10^4$	$228x10^2$
	0,945	163,4	556	$619x10^2$	221x10	34,7	388	$127x10^2$	456	33,0	369	$119x10^2$	424
1524,0	14	664,1	521	$189x10^4$	$248x10^2$	440,9	347	$120x10^4$	$157x10^2$	427,1	335	$112x10^4$	$147x10^2$
60,0	0,551	102,9	350	$454x10^2$	151x10	20,8	233	878x10	292	20,2	225	820x10	273
	16	758,0	595	$216x10^4$	$283x10^2$	500,2	393	$136x10^4$	$179x10^2$	482,5	379	$127x10^4$	$167x10^2$
	0,630	117,5	400	$518x10^2$	173x10	23,6	264	996x10	333	22,8	255	930x10	311
	19	898,3	705	$254x10^4$	$334x10^2$	588,8	463	$161x10^4$	$211x10^2$	565,3	444	$150x10^4$	$197x10^2$
	0,748	139,2	474	$610x10^2$	204x10	27,8	311	$118x10^2$	392	26,7	298	$110x10^2$	366
	22	1038	815	$293x10^4$	$384x10^2$	677,0	532	$185x10^4$	$243x10^2$	647,8	509	$173x10^4$	$227x10^2$
	0,866	160,9	548	$703x10^2$	234x10	32,0	358	$135x10^2$	452	30,6	342	$127x10^2$	422
	25	1177	924	$331x10^4$	$434x10^2$	764,9	601	$209x10^4$	$274x10^2$	730,0	573	$195x10^4$	$256x10^2$
	0,984	182,4	621	$794x10^2$	265x10	36,1	404	$153x10^2$	510	34.5	385	$143x10^2$	476

Diameter Luar	Tebal	Per-pipa				Per meter dinding (tipe A)				Per meter dinding (tipe B)			
		Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen inersia	Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen lawan	Luas Penampang	Berat	Momen inersia	Momen lawan
mm in	mm in	cm^2 in^2	kg/m Lbs/ft	cm^4 in^4	cm^3 in^3	cm^2 in^2	kg/m Lbs/ft	cm^4 in^4	cm^3 in^3	cm^2 in^2	kg/m Lbs/ft	cm^4 in^4	cm^3 in^3
1625.6	14	708,8	556	$230x10^4$	$283x10^2$	440,8	347	$136x10^4$	$168x10^2$	427,8	336	$128x10^4$	$158x10^2$
64,0	0,551	109,9	374	$552x10^2$	173x10	20,8	233	996x10	312	20,2	226	937x10	294
	16	809,1	635	$262x10^4$	$322x10^2$	500,3	393	$156x10^4$	$191x10^2$	483,6	380	$146x10^4$	$180x10^2$
	0,630	125,4	427	$629x10^2$	196x10	23,6	264	$114x10^2$	355	22,8	255	$107x10^2$	335
	19	959,0	753	$309x10^4$	$381x10^2$	589,3	463	$184x10^4$	$226x10^2$	567,1	445	$172x10^4$	$212x10^2$
	0,748	148,6	506	$742x10^2$	232x10	27,8	311	$135x10^2$	420	26,8	299	$126x10^2$	394
	22	1108	870	$356x10^4$	$438x10^2$	677,9	533	$211x10^4$	$260x10^2$	650,3	510	$198x10^4$	$244x10^2$
	0,866	171,7	585	$854x10^2$	267x10	32,0	358	$154x10^2$	484	30,7	343	$145x10^2$	454
	25	1257	987	$403x10^4$	$495x10^2$	766,1	602	$239x10^4$	$294x10^2$	733,1	576	$224x10^4$	$276x10^2$
	0,984	194,8	663	$967x10^2$	302x10	36,2	405	$175x10^2$	547	34,6	387	$164x10^2$	513
1828,8	16	911,2	715	$374x10^4$	$409x10^2$	500,6	394	$198x10^4$	$217x10^2$	485,6	382	$187x10^4$	$205x10^2$
72,0	0.630	141.2	480	$899x10^2$	249x10	23,6	265	$145x10^2$	404	22.9	257	$137x10^2$	381
	19	1080	848	$442x10^4$	$484x10^2$	590,1	463	$234x10^4$	$256x10^2$	570,1	448	$221x10^4$	$242x10^2$
	0,748	167,4	570	$106x10^3$	295x10	27,9	311	$171x10^2$	476	26,9	301	$162x10^2$	450
	22	1249	980	$510x10^4$	$557x10^2$	679,3	534	$270x10^4$	$295x10^2$	654,4	514	$255x10^4$	$279x10^2$
	0,866	193,6	659	$122x10^3$	340x10	32,1	359	$198x10^2$	549	30,9	345	$187x10^2$	519
	25	1417	1110	$576x10^4$	$630x10^2$	768,2	604	$305x10^4$	$334x10^2$	738,4	580	$288x10^4$	$315x10^2$
	0,984	219,6	746	$138x10^3$	384x10	36,3	406	$223x10^2$	621	34,9	390	$211x10^2$	586
	29	1640	1290	$664x10^4$	$726x10^2$	886,3	696	$352x10^4$	$384x10^2$	850,0	667	$332x10^4$	$363x10^2$
	1,14	254,2	867	$159x10^3$	443x10	41,8	468	$258x10^2$	714	40,1	448	$243x10^2$	675
2032,0	19	1202	943	$609x10^4$	$599x10^2$	590,8	464	$291x10^4$	$286x10^2$	572,6	449	$276x10^4$	$272x10^2$
80,0	0,748	186,3	634	$146x10^3$	365x10	27,9	312	$213x10^2$	532	27,0	302	$202x10^2$	506
	22	1389	1090	$702x10^4$	691x10	680,4	535	$335x10^4$	$330x10^2$	657,8	516	$319x10^4$	$314x10^2$
	0,866	215,3	732	$168x10^3$	425x10	32,1	360	$245x10^2$	614	31,0	347	$234x10^2$	584
	25	1576	1240	$794x10^4$	$781x10^2$	769,9	605	$379x10^4$	$373x10^2$	742,8	583	$360x10^4$	$355x10^2$
	0,984	244,3	833	$191x10^3$	476x10	36,3	407	$277x10^2$	694	35,1	392	$264x10^2$	660
	29	1825	1430	$915x10^4$	$901x10^2$	888,7	698	$438x10^4$	$431x10^2$	855,7	672	$416x10^4$	$409x10^2$
	1,14	282,9	961	$220x10^3$	550x10	41,9	469	$321x10^2$	802	40,4	452	$305x10^2$	761

Berdasarkan konsep Peraturan Perencanaan Bangunan Baja (untuk gedung-gedung), tegangan yang terjadi pada suatu batang tertekan dapat menggunakan persamaan.

$$\sigma = P$$

$$\sigma = \frac{P}{F}\,\omega \text{ , , harus memenuhi syarat } \leqslant \bar{\sigma}_d = \bar{\sigma}$$

dimana :

P = gaya tekan
F = luas penampang batang
ω = faktor tekuk, harganya tergantung dari $\lambda = \frac{l_k}{i_{min}}$

l_k = panjang tekuk
i_{min} = jari-jari kelembaman minimum dari batang yang ditinjau.

Daftar Faktor Tekuk (ω)

λ	Fe. 310 ω	Fe. 360 ω	Fe. 430 ω	Fe. 510 ω
0 ~ 20	1,000	1,000	1,000	1,000
21	1,000	1,004	1,015	1,036
22	1,011	1,011	1,022	1,044
23	1,004	1,017	1,030	1,053
24	1,010	1,024	1,037	1,061
25	1,016	1,031	1,045	1,070
26	1,022	1,038	1,052	1,079
27	1,028	1,045	1,060	1,089
28	1,035	1,052	1,068	1,098
29	1,041	1,059	1,076	1,107
30	1,047	1,066	1,084	1,117
31	1,054	1,073	1,092	1,127
32	1,060	1,081	1,100	1,137
33	1,067	1,088	1,108	1,147
34	1,073	1,096	1,117	1,158
35	1,080	1,103	1,126	1,168
36	1,087	1,111	1,134	1,179
37	1,094	1,119	1,143	1,190
38	1,101	1,127	1,152	1,201
39	1,108	1,135	1,162	1,212
40	1,115	1,144	1,171	1,224
41	1,123	1,152	1,181	1,236
42	1,130	1,161	1,190	1,248
43	1,137	1,169	1,200	1,260
44	1,145	1,178	1,210	1,273
45	1,153	1,187	1,220	1,286
46	1,161	1,196	1,231	1,299
47	1,168	1,205	1,241	1,312
48	1,176	1,215	1,252	1,326
49	1,185	1,224	1,263	1,339
50	1,193	1,234	1,274	1,354
51	1,201	1,244	1.285	1,368
52	1,210	1,254	1,297	1,383
53	1,218	1,264	1,308	1,398
54	1,227	1,274	1,320	1,413

λ	Fe.310 ω	Fe.360 ω	Fe.430 ω	Fe.510 ω
55	1,236	1,284	1.333	1,429
56	1,245	1,295	1,345	1,445
57	1,254	1,306	1,357	1,462
58	1,263	1,317	1,370	1,479
59	1,272	1,328	1,383	1,496
60	1,282	1.339	1,397	1,514
61	1,292	1,351	1,410	1,532
62	1,301	1,363	1,424	1,551
63	1,311	1,375	1,438	1,570
64	1,321	1,387	1,453	1,589
65	1,332	1,399	1,467	1,609
66	1,342	1,412	1,482	1,630
67	1,353	1,425	1,498	1,651
68	1,363	1,438	1,513	1,672
69	1,374	1,451	1,529	1,694
70	1,385	1,465	1,546	1,717
71	1,397	1,478	1,562	1740
72	1,408	1,492	1,579	1,765
73	1,420	1.507	1,597	1,789
74	1,432	1,521	1,614	1,815
75	1,444	1,536	1.633	1.841
76	1,456	1,552	1,651	1,868
77	1,469	1,567	1,670	1,895
78	1,481	1,583	1,690	1,924
79	1,494	1,599	1,710	1,953
80	1,507	1,616	1,730	1,983
81	1,521	1,632	1,751	2,015
82	1,534	1,650	1,772	2,047
83	1,548	1,667	1,794	2,080
84	1,562	1,685	1,817	2,225
85	1,576	1,703	1,840	2,150
86	1,591	1,722	1.863	2,187
87	1,606	1,741	1,888	2,225
88	1,621	1,761	1,913	2,264
89	1,637	1.781	1,938	2.305
90	1.652	1,801	1.964	2,348
91	1,668	1,822	1,991	2,397
92	1,685	1,844	2.019	2,450
93	1,702	1,866	2,048	2,504
94	1,719	1,888	2,077	2,558
95	1,736	1,911	2,107	2,613

λ	Fe.310 ω	Fe.360 ω	Fe.430 ω	Fe.510 ω
96	1,754	1,935	2,138	2.688
97	1,772	1,959	2,170	2,724
98	1,790	1,984	2.203	2,780
99	1,809	2.009	2,237	2,837
100	1.828	2,036	2,272	2,895
101	1,848	2,062	2,308	2,953
102	1,868	2,090	2.346	3.012
103	1,889	2.118	2.389	3.071
104	1,910	2.147	2.435	3.131
105	1,931	2.177	2.482	3.192
106	1,953	2,208	2,530	3,253
107	1.976	2.239	2.578	3.314
108	1,999	2,272	2.626	3.377
109	2,022	2,305	2.675	3.439
110	2,047	2.340	2.724	3.503
111	2,071	2.375	2.774	3.567
112	2,097	2,421	2,824	3,631
113	2.123	2,464	2,875	3,697
114	2,149	2,508	2.926	3,762
115	2,176	2,552	2,978	3,829
116	2,204	2,597	3,030	3,895
117	2,233	2,642	3,082	3.963
118	2,263	2,687	3,135	4,031
119	2,293	2,733	3.189	4,100
120	2,324	2.779	3,242	4,169
121	2,356	2,826	3.297	4.238
122	2,394	2.873	3,351	4,309
123	2.433	2.920	3.406	4.380
124	2.473	2.968	3,462	4,451
125	2,513	3,016	3,518	4,523
126	2,553	3.064	3,575	4,596
127	2,594	3,113	3,632	4,669
128	2,635	3,162	3,689	4,743
129	2,676	3,212	3,747	4,817
130	2,718	3,262	3,805	4.892
131	2,760	3,312	3,864	4,968
132	2,802	3.363	3.923	5,044
133	3,845	3,414	3,983	5,121
134	2,888	3,465	4,043	5,198
135	2,931	3,517	4,104	5,276
136	2,975	3,570	4,165	5,354

λ	Fe.310 ω	Fe.360 ω	Fe.430 ω	Fe.510 ω
137	3,019	3,622	4,226	5,434
138	3,063	3,675	4,288	5,513
139	3,107	3,729	4,350	5,593
140	3,152	3,783	4,413	5,674
141	3,197	3,837	4,476	5,755
142	3,243	3,892	4,540	5,837
143	3,289	3,947	4,604	5,920
144	3,335	4,002	4,669	6,003
145	3,381	4,058	4,734	6,087
146	3,428	4,114	4,800	6,171
147	3,475	4,170	4,866	6,256
148	3,523	4,227	4,932	6,341
149	3,571	4,285	4,999	6,427
150	3,619	4,342	5,066	6,514
151	3,667	4,401	5,134	6.601
152	3,716	4,459	5.202	6,688
153	3,765	4,518	5,271	6,777
154	3,814	4,577	5,340	6,866
155	3,864	4,637	5,410	6,955
156	3,914	4,697	5,480	7,045
157	3,964	4,757	5,550	7,136
158	4,015	4,818	5,621	7,227
159	4,066	4,879	5,692	7,319
160	4,117	4,941	5,764	7,411
161	4,169	5,003	5,836	7,504
162	4,221	5,065	5,909	7,598
163	4,273	5,128	5,982	7,692
164	4,326	5,191	6,056	7,786
165	4,379	5,254	6,130	7,881
166	4,432	5,318	6,205	7,977
167	4,485	5,382	6,280	8,074
168	4,539	5,447	6,355	8,171
169	4,593	5,512	6,431	8,268
170	4,648	5,578	6,507	8,366
171	4,703	5,643	6,584	8,465
172	4,758	5,710	6,661	8,564
173	4,813	5,776	6,739	8,664
174	4,869	5,843	6,817	8,765
175	4,925	5,911	6,896	8,866

λ	Fe.310 ω	Fe.360 ω	Fe.430 ω	Fe.510 ω
176	4,982	5,978	6,975	8,967
177	5,039	6.046	7,054	9,070
178	5,096	6,115	7,134	9,172
179	5,153	6,184	7,214	9,276
180	5,211	6,253	7,295	9,328
181	5,269	6,323	7,377	9,484
182	5,327	6,393	7,458	9,589
183	5,386	6,463	7,540	9,695
184	5,445	6,534	7,623	9,801
185	5,504	6,605	7,706	9,908
186	5,564	6,677	7,790	10,015
187	5,624	6,749	7,874	10123
188	5,684	6,821	7,958	10,232
189	5,745	6,894	8,043	10,341
190	5,806	6,967	8,128	10,451
191	5,867	7,041	8,214	10,561
192	5,929	7,115	8,300	10,672
193	5.991	7,189	8,387	10,783
194	6,053	7,264	8,474	10,895
195	6,116	7,339	8,562	11,008
196	6,178	7,414	8,650	11,121
197	6,242	7,490	8,738	11,235
198	6,305	7,566	8,827	11,349
199	6,369	7,643	8,917	11,464
200	6,433	7,720	9,007	11,580

Faktor Tekuk (ω) untuk baja standar dari Jepang (JIS)

λ	SS. 41 ω	SS. 50 ω	SM. 50 ω
0-29	1,00	1,00	1,00
30	1,04	1,05	1,06
31	1,04	1,05	1,06
32	1,04	1,06	1,06
33	1,05	1,06	1,07
34	1,05	1,06	1,07
35	1,05	1,07	1,07
36	1,06	1,07	1,08
37	1,06	1,08	1,08
38	1,06	1,08	1,09
39	1,07	1,09	1,09
40	1,07	1,09	1,10
41	1,07	1,10	1,11
42	1,08	1,10	1,11
43	1,08	1,11	1,11
44	1,08	1,11	1,12
45	1.09	1,12	1,13
46	1,09	1,12	1,14
47	1,10	1,13	1,14
48	1,10	1,14	1,15
49	1,11	1,15	1,16
50	1,11	1,15	1,16
51	1,12	1,16	1,17
52	1,12	1,16	1,18
53	1,13	1,17	1,19
54	1,13	1,18	1,20
55	1,14	1,19	1,21
56	1,14	1,20	1,22
57	1,15	1,20	1,22
58	1,16	1,21	1,23
59	1,16	1,22	1,24
60	1,17	1,23	1,26
61	1,18	1,24	1,27
62	1,18	1,25	1,28
63	1,19	1,26	1,29
64	1,20	1,27	1,30
65	1,20	1,28	1,31
66	1,21	1,29	1,33
67	1,22	1,31	1,34

Faktor Tekuk (ω) untuk baja standar dari Jepang (JIS)

λ	SS. 41 ω	SS. 50 ω	SM. 50 ω
68	1,23	1,32	1,35
69	1,24	1,33	1,37
70	1,24	1,34	1,38
71	1,25	1,36	1,40
72	1,26	1,37	1,41
73	1,27	1,38	1,43
74	1,28	1,40	1,45
75	1,29	1,41	1,46
76	1,30	1,43	1,48
77	1,31	1,45	1,50
78	1,32	1,46	1,52
79	1,33	1,48	1,54
80	1,34	1,50	1,56
81	1,36	1,52	1,59
82	1,37	1,53	1,61
83	1,38	1,56	1,64
84	1,39	1,58	1,66
85	1,41	1,60	1,69
86	1,42	1,63	1,72
87	1,43	1,65	1,74
88	1,45	1,67	1,78
89	1,46	1,70	1,81
90	1,48	1,73	1,84
91	1,50	1,76	1,88
92	1,51	1,79	1,91
93	1,53	1,82	1,95
94	1,55	1,85	1,99
95	1,57	1,88	2,04
96	1,58	1,92	2,08
97	1,60	1,96	2,13
98	1,62	2,00	2,18
99	1,65	2,04	2,23
100	1.67	2,08	2,29
101	1,70	2,13	2,34
102	1,73	2,17	2,38
103	1,77	2,21	2,43
104	1,80	2,25	2,48
105	1,84	2,30	2,53
106	1,87	2,34	2,58

Faktor Tekuk (ω) untuk baja standar dari Jepang (JIS)

λ	SS. 41 ω	SS. 50 ω	SM. 50 ω
107	1,91	2,39	2,62
108	1,94	3,43	2,67
109	1,98	2,48	2,72
110	2,02	2,52	2,77
111	2,05	2,57	2,82
112	2,09	2,61	2,88
113	2,13	2,66	2,93
114	2,17	2,71	2,98
115	2,20	2,76	3,03
116	2,24	2,80	3,08
117	2,28	2,85	3,14
118	2,32	2,90	3,19
119	2,36	2,95	3,25
120	2,40	3,00	3,30
121	2,44	3,05	3,36
122	2,48	3,10	3,41
123	2,52	3,15	3,47
124	2,56	3,20	3,52
125	2,60	3,26	3,58
126	2,65	3,31	3,64
127	2,69	3,36	3,70
128	2,73	3,41	3,76
129	2,77	3,47	3,81
130	2,82	3,52	3,87
131	2,86	3,58	3,93
132	2,90	3,63	3,99
133	2,95	3,69	4,05
134	2,99	3,74	4,11
135	3,04	3,80	4,18
136	3,08	3,85	4,24
137	3,13	3,91	4,30
138	3,17	3,97	4,36
139	3,22	4,03	4,43
140	3,27	4,08	4,49
141	3,31	4,14	4,56
142	3,36	4,20	4,62
143	3,41	4,26	4,69
144	3,46	4,32	4,75
145	3,50	4,38	4,82

Faktor Tekuk (ω) untuk baja standar dari Jepang (JIS)

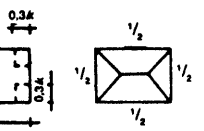
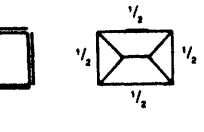
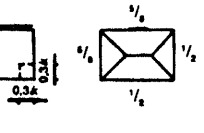
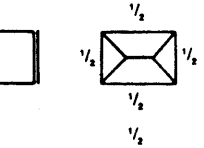
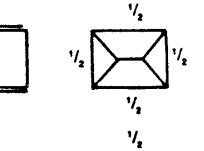
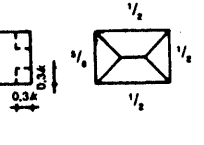
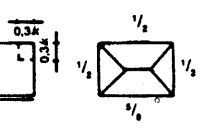
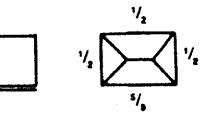
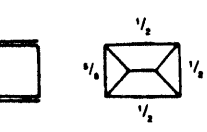
λ	SS. 41 ω	SS. 50 ω	SM. 50 ω
146	3,55	4,44	4,89
147	3,60	4,50	4,95
148	3,65	4,56	5,02
149	3,70	4,63	5,09
150	3,75	4,69	5,16
151	3,80	4,75	5,23
152	3,85	4,81	5,30
153	3,90	4,88	5,37
154	3,95	4,94	5,44
155	4,00	5,01	5,51
156	4,06	5,07	5,58
157	4,11	5,14	5,65
158	4,16	5,20	5,72
159	4,17	5,27	5,79
160	4,27	5,33	5,87
161	4,32	5,40	5,94
162	4,37	5,47	6,01
163	4,43	5,54	6.09
164	4,48	5,60	6,16
164	4,54	5,67	6,24
166	4,59	5,74	6,32
167	4,65	5,81	6,39
168	4,70	5,88	6,47
169	4,76	5,95	6,55
170	4,82	6,02	6,62
171	4,87	6,09	6,70
172	4,93	6,16	6,78
173	4,99	6,24	6,86
174	5,05	6,31	6,94
175	5,10	6,38	7,02
176	5,16	6,45	7,10
177	5,22	6,53	7,18
178	5,28	6,60	7,26
179	5,34	6,68	7,34
180	5,40	6,75	7,43
181	5,46	6,83	7,51
182	5,52	6,90	7,59
183	5,58	6,98	7,76
184	5,64	7,05	7,76

Faktor Tekuk (ω) untuk baja standard dari Jepang (JIS)

λ	SS. 41 ω	SS. 50 ω	SM. 50 ω
185	5,70	7,13	7,84
186	5,77	7,21	7,93
187	5,83	7,29	8,01
188	5,89	7,36	8,10
189	5,95	7,44	8,19
190	6,02	7,52	8,27
191	6,08	7,60	8,36
192	6,14	7,68	8,54
193	6,21	7,76	8,54
194	6,27	7,84	8,63
195	6.34	7,92	8,71
196	6,40	8,00	8,80
197	6,47	8,09	8,89
198	6,53	8,17	8,98
199	6,60	8,25	9,08
200	6,67	8,33	9,17
201	6,73	8,42	9,26
202	6,80	8,50	9,35
203	6,87	8,59	9,44
204	6,94	8,67	9,54
205	7,00	8,76	9,63
206	7,07	8,84	9,73
207	7,14	8,93	9,82
208	7,21	9,01	9,92
209	7,28	9,10	10,01
210	7,35	9,19	10,11
211	7,42	9,28	10,20
212	7,49	9,36	10,30
213	7,56	9,45	10,40
214	7,63	9,54	10,50
215	7,70	9,63	10,59
216	7,78	9,72	10,69
217	7,85	9,81	10,79
218	7,92	9,90	10,89
219	7,99	9,99	10,99
220	8,07	10,08	11,09
221	8,14	10,18	11,19
222	8,21	10,27	11,29
223	8,29	10,36	11,40
224	8,36	10,45	11,50

Faktor Tekuk (ω) untuk baja Standar dari Jepang (JIS)

λ	SS. 41 ω	SS. 50 ω	SM. 50 ω
225	8,44	10,55	11,60
226	8,51	10,64	11,71
227	8,53	10,74	11,81
228	8,66	10,83	11,91
229	8,74	10,93	12,02
230	8,82	11,02	12,12
231	8,89	11,12	12,23
232	8,97	11,21	12,34
233	9,05	11,31	12,44
234	9,13	11,41	12,55
235	9,20	11,51	12,66
236	9,28	11,60	12,76
237	9,36	11,70	12,87
238	9,44	11,80	12,98
239	9,52	11,90	13,09
240	9,60	12,00	13,20
241	9,68	12,10	13,31
242	9,76	12,20	13,42
243	9,84	12,30	13,53
244	9,92	12,40	13,64
245	10,00	12,51	13,76
246	10,09	12,61	13,87
247	10,18	12,71	13,98
248	10,25	12,81	14,10
249	10,33	12,92	14,21
250	10,42	13,02	14,32

Penyaluran beban berdasarkan 'metode amplop' kali $w_{u\ lantai} \cdot l_x$	Momen per meter lebar	$\frac{l_y}{l_x}$ 1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	41	54	67	79	87	97	110	117
	$m_{ly} = 0{,}001$	41	35	31	28	26	25	24	23
	$m_{tix} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{tiy} = \frac{1}{2} m_{ly}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	25	34	42	49	53	58	62	65
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	25	22	18	15	15	15	14	14
	$m_{tx} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	51	63	72	78	81	82	83	83
	$m_{ty} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	51	54	55	54	54	53	51	49
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	30	41	52	61	67	72	80	83
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	30	27	23	22	20	19	19	19
	$m_{tx} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	68	84	97	106	113	117	122	124
	$m_{ty} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	68	74	77	77	77	76	73	71
	$m_{tix} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{tiy} = \frac{1}{2} m_{ly}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	24	36	49	63	74	85	103	111
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	33	33	32	29	27	24	21	20
	$m_{ty} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	69	85	97	105	110	112	112	113
	$m_{tix} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	33	40	47	52	55	58	62	65
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	24	20	18	17	17	17	16	16
	$m_{tx} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	69	76	80	82	83	83	83	83
	$m_{tiy} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	31	45	58	71	81	91	106	114
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	39	37	34	30	27	25	24	23
	$m_{ty} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	91	102	108	111	113	114	114	114
	$m_{tix} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{tiy} = \frac{1}{2} m_{ly}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	39	47	57	64	70	75	81	84
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	31	25	23	21	20	19	19	19
	$m_{tx} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	91	98	107	113	118	120	124	124
	$m_{tix} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{tiy} = \frac{1}{2} m_{ly}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	25	36	47	57	64	70	79	81
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	28	27	23	20	18	17	16	16
	$m_{tx} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	54	72	88	100	108	114	121	124
	$m_{ty} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	60	69	74	76	76	76	73	71
	$m_{tix} = \frac{1}{2} m_{lx}$								
	$m_{lx} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	28	37	45	50	54	58	62	65
	$m_{ly} = 0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	25	21	19	18	17	17	16	16
	$m_{tx} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	60	70	76	80	82	83	83	83
	$m_{ty} = -0{,}001\ w_u l_x^2\ x$	54	55	55	54	53	53	51	49
	$m_{tiy} = \frac{1}{2} m_{lx}$								

16

Konstruksi Beton

Beton untuk konstruksi beton-bertulang dibagi dalam mutu-mutu dan kelas-kelas sebagai berikut :

Kelas dan mutu beton (menurut PBI 1971) :

Kelas	Mutu	σ'_{bk} (kg/cm2)	σ'_{bm} dgn.s=46 (kg/cm2)	tujuan	Pengawasan terhadap	
					mutu agregat	kekuatan tekan
I	Bo	–	–	non-strukturil	ringan	tanpa
II	B1			strukturil	sedang	tanpa
	K125	125	200	strukturil	ketat	kontinue
	K175	175	250	strukturil	ketat	kontinue
	K225	225	300	strukturil	ketat	kontinue
III	K 225	225	300	strukturil	ketat	kontinue

Campuran beton.

Beton mutu B_o :

Pasir dan kerikil (atau batu pecah) : semen, tidak boleh melampaui 8 : 1.

Beton mutu B_1 dan K125 :

Semen : Pasir : Kerikil (atau batu pecah) = 1 : 2 : 3 atau 1 : 1½ : 2½.
(perbandingan isi).

Untuk beton mutu K175 dan mutu-mutu lainnya yang lebih tinggi, harus dipakai campuran beton yang direncanakan.
Yang diartikan dengan campuran beton yang direncanakan adalah campuran yang dapat dibuktikan dengan data otentik dari pengalaman-pengalaman pelaksanaan beton di waktu yang lalu atau dengan data dari percobaan-percobaan pendahuluan, bahwa kekuatan karakteristik yang disyaratkan dapat tercapai.

Pembebanan.

Konstruksi beton-bertulang harus diperhitungkan terhadap pembebanan-pembebanan sebagai berikut :

beban mati ⟶ a
beban hidup ⟶ b
beban angin ⟶ c
beban gempa ⟶ d
pengaruh-pengaruh khusus ⟶ e

Kombinasi pembebanan sebagai berikut :

kombinasi	A	:	a + b
kombinasi	B	:	a + b + c
			a + b + d
kombinasi	C	:	A + e
			B + e

Pembebanan tetap : pembebanan tanpa beban angin atau gempa.
Pembebanan sementara : pembebanan dengan beban angin atau gempa.

Angka ekivalen :

Angka ekivalen : $n = \frac{E_a}{E_b}$

dimana ; E_a = Modulus elastisitas baja
E_b = Modulus tekan beton

Angka ekivalen maksimum ; n

Mutu beton	$\bar{\sigma}'_{bk}$ (kg/cm2)	angka ekivalensi maksimum	
		pada pembebanan tetap	pada pembebanan sementara
B_1	100	33	22
K125	125	30	20
K175	175	24	16
K225	225	21	14
Umum	$\bar{\sigma}'_{bk}$	$330/\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	$220/\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$

Tekuk :

Tekuk partiil dari kolom-kolom tunggal berdasarkan prinsip-prinsip teori elastisitas dapat diperhitungkan dengan memberikan eksentrisitas tambahan pada eksentrisitas awal gaya normal kolom.

Eksentrisitas awal : $e_o = M/N$

a. Eksentrisitas tambahan untuk memperhitungkan Tekuk :

$$e_1 = C_1 C_2 \left(\frac{l_k}{100 h_t}\right)^2 . h_t$$

dimana koefisien C_1 dan C_2 dapat diambil dari Tabel sebagai berikut :

Koefisien C_1

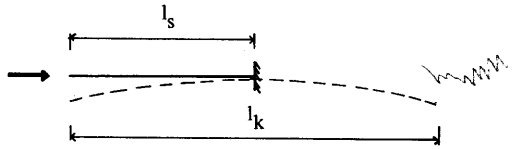
Bentuk Penampang	C_1
Persegi / Bujur sangkar	1
Bulat	1,15
Segi-tiga	1,2
Jajaran Genjang	1,4

Koefisien C_2

$\frac{e_0}{h_t}$	C_2	
	Baja lunak dan sedang	Baja keras
0	4,00	4,40
0,05	5,86	6,45
0,10	6,32	6,96
0,15	6,54	7,19
0,20	6,66	7,32
0,25	6,74	7,41
0,30	6,79	7,47
0,35	6,83	7,52
0,40	6,86	7,55
0,45	6,89	7,58
0,50	6,92	7,60
0,60	6,94	7,63
0,70	6,96	7,65
0,80	6,98	7,67
0,90	6,99	7,69
≥1,00	7,00	7,70

l_s adalah panjang sistim dari kolom

l_k adalah panjang tekuk dari kolom dan secara umum diambil sebagai berikut :



$l_k = 2 \cdot l_s$, pada kolom terjepit pada satu ujungnya dan bebas pada ujungnya yang lain.

$l_k = l_s$, pada kolom dengan sendi-sendi pada kedua ujungnya.

$l_k = l_s$, pada kolom yang terjepit pada kedua ujungnya, tetapi dimana yang satu terhadap ujung lainnya dapat bergoyang didalam bidang lentur dalam arah tegak lurus pada sumbu kolom.

$l_k = 0{,}7 \cdot l_s$, pada kolom yang terjepit pada satu ujungnya dan bersendi pada ujung lainnya.

Pada portal-portal, panjang tekuk kolom harus diambil sebagai berikut :

$l_k = 0{,}7 \cdot l_s$, apabila ujung-ujungnya berhubungan kaku dengan pondasi dan/atau balok-balok yang mempunyai momen inersia paling sedikit sama seperti dari kolom ; dalam hal ini balok balok tersebut juga harus berhubungan kaku dengan bagian-bagian konstruksi lainnya.

$l_k = 0{,}9 \cdot l_s$, Untuk keadaan-keadaan lain.

b. Eksentrisitas tambahan untuk memperhitungkan kemungkinan ketidak tepatan dari sumbu kolom harus diambil sebesar :

$$e'_o = (1/30) \cdot h_t \geq 2 \text{ cm}$$

c. Eksentrisitas tambahan untuk memperoleh peningkatan keamanan dengan mengecilkan eksentrisitas awal, harusdiambil sebesar :

$$e_2 = 0{,}15\ h_t$$

Jadi eksentrisitas total adalah :

$$e_o + e'_o + e_1 + e_2$$

Apabila sebuah kolom secara teoritis hanya memikul gaya normal sentris, eksentrisitas-eksentrisitas tambahan tetap harus di perhitungkan.

Lebar manfaat flens balok T :

Untuk menghitung kekakuan balok menerus didalam statika konstruksi, maka balok yang memikul pelat lantai yang bersatu dengan balok secara monolit, harus dianggap sebagai balok T dengan lebar manfaat flens yang ditentukan sebagai berikut :

a. Pada balok yang memikul pelat lantai pada kedua belah pihak :

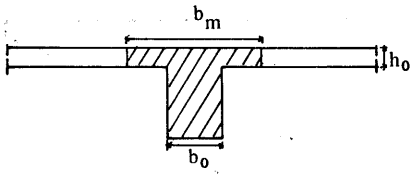
$b_m = 6\,h_o + b_o$, (Gambar a)

b. Pada balok yang memikul pelat lantai pada satu pihak :

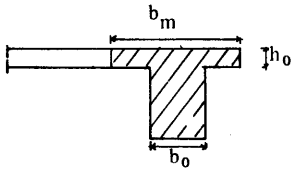
$b_m = 2{,}25\,h_o + b_o + b'_o$, (Gambar b)

dimana ;

$$b'_o \leqslant 2{,}25\,h_o$$

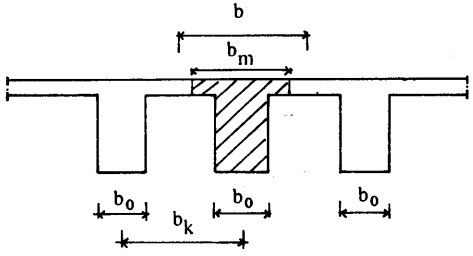


(gambar a)

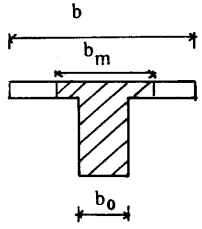


(gambar b)

Dimana balok T yang terletak bebas atas 2 tumpuan atau yang menerus yang mengalami momen akibat beban terbagi rata penuh atau praktis terbagi rata penuh, beban segitiga, trapezium, parabola atau sinusoida serta yang mengalami momen tetap, lebar manfaat flens-nya b_m paling besar harus diambil nilai terkecil dari nilai-nilai b_m menurut rumus-rumus sebagai berikut :



Balok T majemuk



Balok T tunggal

$$b_m \leqslant b_o + l_o/5$$
$$b_m \leqslant b_o + l_o/10 + b_k/2$$
$$b_m \leqslant b$$

dimana :

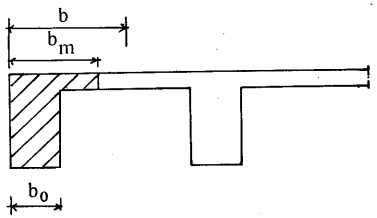
l_o = bentang balok yang harus diambil menurut :

- pada pelat dan balok lantai yang terletak bebas diatas dua tumpuan, l_o adalah bentang yang bersangkutan.
- pada pelat dan balok lantai yang menerus, l_o adalah jarak diantara titik-titik balik (titik-titik dimana momen sama dengan nol).
- pada pelat dan balok lantai dengan tinggi tetap dengan satu tumpuan terletak bebas dan tumpuan lainnya terjepit dan pada bentang akhir dari balok lantai yang menerus dengan tinggi tetap dan bentang-bentang yang kira-kira sama, l_o harus diambil 0,85 kali bentang yang bersangkutan
- pada pelat dan balok lantai dengan tinggi tetap yang terjepit pada kedua tumpuannya dan pada bentang tengah dari balok lantai yang menerus dengan tinggi tetap dan bentang-bentang yang kira-kira sama, l_o harus diambil 0,75 kali bentang yang bersangkutan.
- pada pelat dan balok lantai kantilever, l_o harus diambil 2 kali panjang kantilever.
- pada pelat lantai yang menumpu pada keempat tepinya, sebagai l_o harus diambil bentangnya yang terkecil, dengan memperhitungkan reduksi-reduksi seperti pada c dan d bila pelat lantai pada tumpuannya terjepit atau menerus.

b = jarak antara tengah-tengah lapangan sebelah kiri dari badan dan tengah-tengah lapangan sebelah kanan dari badan pada balok T majemuk atau lebar seluruh flens pada balok T tunggal.

b_o = Lebar badan.

b_k = jarak terkecil antara tengah-tengah badan pada lapangan kiri dan lapangan kanan yang berbeda.



$b_m \leqslant b_o + l_o/10$

$b_m \leqslant b$

b_m diambil harga terkecil

Balok L

Tegangan-tegangan beton yang diijinkan untuk $\phi = 1$ (PBI 1971) :

Mutu	nota-si	Tegangan yang diijinkan (kg/cm2)									
		pada pembebanan tetap					pada pembebanan sementara				
Kekuatan tekan beton		B_1	K125	K175	K225	Umum	B_1	K125	K175	K225	Umum
Karakteristik	$\bar{\sigma}'_{bk}$	100	125	175	225	$\bar{\sigma}'_{bk}$	100	125	175	225	$\bar{\sigma}'_{bk}$
Lenturan tanpa dan/ atau dengan gaya normal :											
Tekan	$\bar{\sigma}'_b$	35	40	60	75	$0{,}33\bar{\sigma}'_{bk}$	55	70	100	125	$0{,}56\bar{\sigma}'_{bk}$
Tarik	$\bar{\sigma}_b$	5	5,5	6,5	7	$0{,}48\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	7	7,5	9	10	$0{,}63\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$
Gaya aksial :											
Tekan	$\bar{\sigma}'_{bs}$	35	40	60	75	$0{,}33\bar{\sigma}'_{bk}$	55	70	100	125	$0{,}56\bar{\sigma}'_{bk}$
Tarik	$\bar{\sigma}_{bs}$	4	4	5	5,5	$0{,}36\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	5	5,5	6,5	7,5	$0{,}51\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$
Geser oleh lentur atau puntir :											
tanpa tulangan geser	$\bar{\tau}_b$	4,5	5	5,5	6,5	$0{,}43\bar{\sigma}'_{bk}$	7	7,5	9	10	$0{,}68\bar{\sigma}'_{bk}$
dengan tulng. geser	$\bar{\tau}_{bm}$	11	12	14	16	$1{,}08\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	17	19	22	25	$1{,}70\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$
Geser oleh lentur dengan puntir :											
tanpa tulangan geser	$\bar{\tau}_b$	5,5	6	7	8	$0{,}54\bar{\sigma}'_{bk}$	8,5	9,5	11	13	$0{,}85\bar{\sigma}'_{bk}$
dengan tulng. geser	$\bar{\tau}_{bm}$	14	15	18	20	$1{,}35\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	21	24	28	32	$2{,}12\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$
Geser pons pada penampang kritis :											
tanpa tulangan geser	$\bar{\tau}_{bp}$	6,5	7,5	8,5	10	$0{,}65\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	10	11	13	15	$1{,}02\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$
dengan tulng. geser	$\bar{\tau}_{bpm}$	13	15	17	20	$1{,}30\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$	20	22	26	30	$2{,}04\sqrt{\bar{\sigma}'_{bk}}$

untuk $\phi = 1$ nilai-nilai tegangan yang diijinkan menurut Tabel ini harus dikalikan dengan ϕ yang sesuai.

Koefisien ϕ

No.	Uraian	ϕ
1.	Untuk beton yang dibuat di pabrik dengan pengawasan yang baik, dicor dalam lapis-lapis horisontal atau dengan kemiringan maksimum 30°	1,08
2.	Untuk beton yang dibuat di tempat pekerjaan, dengan pengawasan normal, di cor dalam lapis-lapis horisontal atau dengan kemiringan maksimum 30°, atau untuk beton yang dibuat di pabrik, di cor dalam lapis-lapis vertikal atau dengan kemiringan lebih dari 30°.....	1,00
3.	Untuk beton yang dibuat di tempat pekerjaan, dengan pengawasan normal, di cor dalam lapis-lapis vertikal atau dengan kemiringan lebih dari 30°	0,93
4.	Untuk beton yang dibuat di tempat pekerjaan, dengan pengawasan kurang, di cor dalam lapis-lapis horisontal atau dengan kemiringan maksimum 30°	0,90
5.	Untuk beton yang dibuat di tempat pekerjaan, dengan pengawasan kurang, di cor dalam lapis-lapis vertikal atau dengan kemiringan lebih dari 30°	0,87

Baja Tulangan Beton.

Mutu baja tulangan (menurut PBI 1971)

Mutu	Sebutan	Tegangan leleh karakteristik ($\bar{\sigma}_{au}$) atau tegangan karakteristik yang memberikan regangan tetap 0,2% ($\bar{\sigma}_{0,2}$) (kg/cm2)
U–22	baja lunak	2200
U–24	baja lunak	2400
U–32	baja sedang	3200
U–39	baja keras	3900
U–48	baja keras	4800

Tegangan-tegangan baja yang diijinkan.

Mutu	Tegangan tarik / tekan yang diijinkan $\bar{\bar{\sigma}}_a = \bar{\bar{\sigma}}_a'$ (kg/cm2)	
	pada pembebanan tetap	pada pembebanan sementara
U–22	1250	1800
U–24	1400	2000
U–32	1850	2650
U–39	2250	3200
U–48	2750	4000
Umum	$0{,}58\ \bar{\sigma}_{au}$ $0{,}58 \cdot \bar{\sigma}_{0,2}$	$0{,}83 \cdot \bar{\sigma}_{au}$ $0{,}83 \cdot \bar{\sigma}_{0,2}$

Kekuatan baja rencana

Mutu	Kekuatan tarik / tekan baja rencana $\bar{\sigma}^*_{au} = \bar{\sigma}^{**}_{au}$ (kg/cm2)
U–22	1910
U–24	2080
U–32	2780
U–39	3390
U–48	4170
Umum	$0{,}87 \cdot \bar{\sigma}_{au}$ $0{,}87 \cdot \bar{\sigma}_{0,2}$

Tebal penutup beton minimum

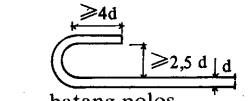
Bagian Konstruksi	Tebal penutup beton minimum (cm)		
	di-dalam	di-luar	tidak terlihat
Pelat dan selaput	1,0	1,5	2,0
Dinding dan keping	1,5	2,0	2,5
Balok	2,0	2,5	3,0
Kolom	2,5	3,0	3,5

Dalam segala hal, tebal penutup beton tidak boleh diambil kurang dari pada yang ditentukan berikut ini :

- pada batang polos : d.
- pada batang yang di profilkan : d_p
- pada berkas tulangan : d_e

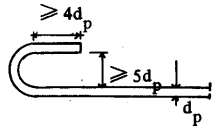
d = diameter batang polos
d_p = diameter pengenal batang yang diprofilkan
d_e = diameter ekivalen berkas tulangan

Kait dan bengkokan tulangan.

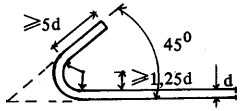


batang polos

Kait penuh

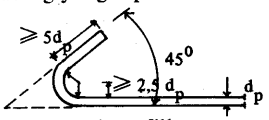


batang yang diprofilkan

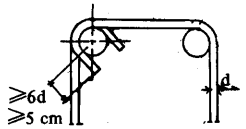


batang polos

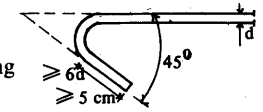
Kait miring

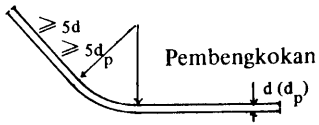


batang yang diprofilkan



Kait miring pada sengkang





Pembengkokan tulang

Penyambungan besi tulangan

Sambungan tulangan tidak boleh dilakukan pada tempat-tempat dengan tegangan maksimum dan sedapat mungkin di selang-seling, sehingga sambungan tidak semuanya/sebagian besar terjadi di suatu tempat.

Kalau tidak ditentukan lain, maka panjang sambungan lewatan dapat dipakai Tabel sebagai berikut :

Panjang lewat minimum sambungan lewatan tulangan tarik

Penggunaan tulangan tarik	Panjang lewat minimum	
	batang tanpa kait ujung	batang dengan kait ujung diukur dari tepi luar ke-tepi luar kait
a. Tulangan tarik secara umum, kecuali yang ditentukan dalam b. , c.	1,3 L_d	1,3 ($L_d - L_e$)
b. Batang-batang yang dipasang dengan jarak antara melintang p.k.p lebih dari 12d atau 12 d_p	1,3 L_d	1,1 ($L_d - L_e$)
c. Tulangan pelat, dinding dan pondasi telapak yang memikul lentur dalam 2 arah	1,8 L_d	1,8 ($L_d - L_e$)

Panjang lewat minimum sambungan lewatan tulangan tekan.

Kelas beton	Panjang lewat minimum untuk		
	batang polos	batang yang diprofilkan dengan mutu	
		U≤32	U>32
Kelas II	50 d	28 d_p	32 d_p
Kelas III	40 d	20 d_p	24 d_p

Tulangan tarik

L_d = panjang penyaluran tulangan tarik

L_d = 1,4 L'_d (untuk tulangan tengah)

L_d = $(2 - \frac{3700}{\nabla^*_{au}})\, L'_d$ (untuk mutu baja U–39 dan mutu lebih tinggi)

L'_d = panjang penyaluran dasar

$$L'_d = 0{,}14 \frac{A\, \nabla^*_{au}}{\sqrt{\nabla'_{bk}}} \geq 0{,}013\, d\, \nabla^*_{au} \quad \text{(cm)}$$

(untuk batang polos)

$$L'_d = 0{,}07 \frac{A\, \nabla^*_{au}}{\sqrt{\nabla'_{bk}}} \geq 0{,}0065\, d_p\, \nabla^*_{au} \quad \text{(cm)}$$

(untuk batang yang diprofilkan)

A	=	luas penampang batang	(cm2)
d	=	diameter batang polos	(cm)
d_p	=	diameter pengenal batang yang diprofilkan	(cm)
∇^*_{au}	=	kekuatan baja rencana	(kg/cm2)
∇_{au}	=	kekuatan tekan beton karakteristik	(kg/cm2)

L_e = Panjang penyaluran ekivalen dari kait dihitung berdasarkan rumus L_d dengan mengganti ∇^*_{au} dengan ∇_{kait}

$$\nabla_{kait} = K \cdot \sqrt{\nabla'_{bk}} \quad ; \quad K = 0{,}035\, \nabla^*_{au} \leq 100$$

Dalam segala hal panjang penyaluran tidak boleh kurang dari 60 cm untuk batang polos dan 30 cm untuk batang yang diprofilkan

Tulangan tekan.

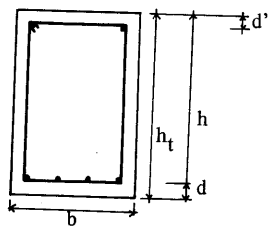
$L_d = 1{,}4\, L'_d$ (untuk tulangan tengah) dalam segala hal tidak boleh kurang dari 40 cm (batang polos), 20 cm (batang yang diprofilkan)

$$L'_d = 0{,}18 \frac{d\, \nabla^*_{au}}{\sqrt{\nabla'_{bk}}} \geq 0{,}01\, d\, \nabla^*_{au} \quad \text{(Untuk batang polos)}$$

$$L'_d = 0{,}09 \frac{d\, \nabla^*_{au}}{\sqrt{\nabla'_{bk}}} \geq 0{,}005\, d_p\, \nabla^*_{au} \quad \text{(Untuk batang yang diprofilkan) (cm)}$$

Langkah-langkah perhitungan beton bertulang dengan cara "n".

–Balok persegi yang menahan momen lentur murni.



M	=	momen lentur	(kgm)
$\bar{\sigma}$	=	tegangan	(kg/cm2)
h	=	tinggi manfaat	(cm)
h_t	=	tinggi total	(cm)
b	=	lebar balok	(m)
d	=	selimut beton	(cm)
A	=	luas besi tulangan	(cm2)

Misalnya yang diketahui : M ; n ; dimensi balok
$\bar{\sigma}_b'$; $\bar{\sigma}_a$

Hitung :

$$\phi_o = \frac{\bar{\sigma}_a}{n\ \bar{\sigma}_b'}$$

$h = h_t - d$ (biasanya $d = 1/10 \cdot h_t$)

$$C_a = \frac{h}{\sqrt{\frac{nM}{b\ \bar{\sigma}_a}}}$$

Untuk C_a = ... , dari tabel "n" dengan $\delta = 0$ atau $\delta = 0{,}2$ dan seterusnya sehingga didapat harga ϕ yang lebih besar daripada ϕ_o, ($\phi \geq \phi_o$)

Setelah itu baca harga-harga yang ada pada Tabel tadi :

ϕ' = ; ς =

$100\, n\omega$ = ; $\varsigma\varsigma$ =

tegangan-tegangan yang terjadi :

$$\sigma_b' = \frac{\bar{\sigma}_a'}{n\phi} = \quad \text{atau} \quad \sigma_b' = \frac{M}{b.h^2} \cdot \frac{1}{n\omega\phi\varsigma} =$$

$$\sigma_a' = \frac{\bar{\sigma}_a}{\phi'} = \quad ; \quad \sigma_a = \frac{M}{A\varsigma h} =$$

Luas tulangan tarik : $A = \omega bh$ = ... cm2
Luas tulangan tekan : $A' = \delta A$ = ... cm2

–Balok persegi yang menahan momen lentur dan gaya normal.

Yang diketahui: M ; N ; dimensi balok ; tegangan ijin beton , baja.

Hitung : $e_{o1} = M/N$ M (kg m), N (kg)

$e_{o2} = (1/30)\, h_t$

$e_o = e_{o1} + e_{o2}$

$\frac{e_o}{h_t}$ = ..., lihat tabel koefisien C.

$$e_1 = C_1 C_2 \left[\frac{h_k}{100 h_t}\right]^2 . h_t$$

$e_2 = 0{,}15.h_t$

jadi ; $e = e_{o1} + e_{o2} + e_1 + e_2$ (m)

$e_a = e + \frac{1}{2}.h_t - d$ (m)

$M_a = N.e_a$ (kg m)

$h = h_t - d$; $(d = 1/10.h_t)$ (cm)

$$C_a = \frac{h}{\sqrt{\frac{nNe_a}{b\ \bar{\sigma}_a}}} \quad ; \quad \phi_o = \frac{\bar{\sigma}_a}{n\ \bar{\sigma}_b'}$$

Untuk C_a = ... , dari tabel "n" dengan δ = 0 atau $\delta = 0{,}2$ dan seterusnya sehingga didapat harga $\phi \geq \phi_o$

Setelah itu baca dari Tabel tadi, harga-harga :

ϕ' ; $100n\omega$; σ ; ξ

$i = 1/(1-\sigma\frac{h}{e_a})$

Luas tulangan tarik : $A = \frac{1}{i}.\omega.b.h$

Luas tulangan tekan : $A' = \delta.i.A$

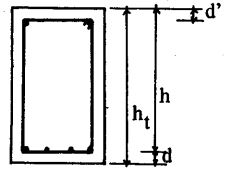
Tegangan yang terjadi $\bar{\sigma}_b' = M/(Ahn\phi)$ atau $\bar{\sigma}_b' = \bar{\sigma}_a'/\phi$

$\bar{\sigma}_a = n\phi\,\bar{\sigma}_b'$; $\bar{\sigma}_a' = \bar{\sigma}_a'/\phi$.

Langkah-langkah perhitungan beton bertulang dengan cara "Analisa praktis".

Balok persegi yang menahan momen lentur murni (M yang bekerja)

Pembesian tunggal :



M (kgm) ; $\bar{\sigma}$ (kg/cm2) ;
h_t (cm) , (m) ; h (cm) ;
b (cm) , (m) ; d (cm) ;
A (cm2)

$d \approx (1/10).h_t$

$h = h_t - d$

$\alpha' = \frac{h_t - d}{h_t}$ = koefisien tinggi manfaat

$\xi_o = \frac{\bar{\sigma}_b'}{\bar{\sigma}_b' + \frac{\bar{\sigma}_a}{n}}\alpha'$ = koefisien garis netral

Momen pikul : $\bar{M}_b = \frac{\bar{\sigma}_b'}{6}.b(h_t)^2[3\alpha' - \xi_o]\xi_o$ (kgm)

Jika $\bar{M}_b \geq M_{yang\ bekerja}$ $\longrightarrow$ pembesian tunggal.

Tulangan tarik : $A = \frac{3.M_{yang\ bekerja}}{\bar{\sigma}_a[3\alpha' - \xi_o]h_t}$ (cm2)

Tulangan montage, diambil $A' = \delta A$

(δ diambil sebesar 0,2 atau 0,4 dan seterusnya)

letak garis netral :

$$y = \frac{-nA + \sqrt{n^2A^2 + 2bnAh}}{b} \quad \text{(cm)}$$

A disini adalah luas besi tarik dipakai.

tegangan yang terjadi :

$$\bar{\sigma}_b' = \frac{M\ yang\ bekerja}{\frac{1}{2}by(h - 1/3\,.\,y)} \quad \text{(kg/cm2)} \leq \bar{\sigma}_b'$$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{M\ yang\ bekerja}{A(h - 1/3\,.\,y)} \quad \text{(kg/cm2)} \leq \bar{\sigma}_a$$

Pembesian rangkap :

$$\bar{M}_b < M_{yang\ bekerja}$$

$M = M_{yang\ bekerja} - \bar{M}_b$ = momen sisa/restan

lengan momen sisa = (h – d') (m)

tulangan tarik : $A = \frac{3\bar{M}_b}{\bar{\sigma}_a[3\alpha' - \xi_o]h_t} + \frac{M}{\bar{\sigma}_a(h - d')}$ (cm2)

tegangan maksimum yang diijinkan untuk besi tekan :

$$\bar{\sigma}_a' = \frac{n(y_o - d)}{y_o}.\ \bar{\sigma}_b' \quad \text{(kg/cm2)}$$

Besi tekan yang dibutuhkan : $A' = \frac{M}{\bar{\sigma}_a'(h-d')}$ (cm2)

letak garis netral :

$$y = \frac{-n(A+A') + \sqrt{[n(A+A')]^2 + 2bn(Ah + A'd')}}{b} \quad \text{(cm)}$$

Momen inersia :

$$I = [\ (1/12).by^3 + by(\tfrac{1}{2}y)^2] + [\ i+nA'(y-d')^2] + [\ i+nA(h-y)^2]$$

i diabaikan

$$I = (1/3).by^3 + nA'(y-d')^2 + nA(h-y)^2 \qquad \text{(cm4)}$$

$$W_b = (I/y) \qquad \text{(cm3)}$$

$$W_a = \frac{I}{n\,(h-y)} \qquad \text{(cm3)}$$

$$W'_a = \frac{I}{n\,(h-d')} \qquad \text{(cm3)}$$

tegangan yang terjadi :

$$\bar{\sigma}'_b = \frac{M_{\text{yang bekerja}}}{W_b} \qquad (\text{kg/cm2}) < \bar{\sigma}'_b$$

$$\bar{\sigma}_a = \frac{M_{\text{yang bekerja}}}{W_a} \qquad (\text{kg/cm2}) < \bar{\sigma}_a$$

$$\bar{\sigma}'_a = \frac{M_{\text{yang bekerja}}}{W'_a} \qquad (\text{kg/cm2}) < \bar{\sigma}'_a$$

Tegangan geser lentur dan tulangan geser lentur.

Tegangan geser lentur beton akibat beban kerja di tengah-tengah tinggi penampang.

$$\tau_b = \frac{Q}{bz} \leqslant \bar{\tau}_{bm}$$

z diambil (7/8).h

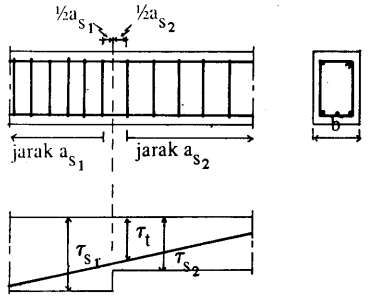
bila $\tau_b > \bar{\tau}_{bm}$, maka ukuran balok harus diperbesar.

Bila akibat pembebanan tetap, $\tau_b > \bar{\tau}_b$ untuk pembebanan tetap, maka tulangan geser diperlukan untuk memikul tegangan geser kelebihan ($\tau_b - \bar{\tau}_b$).

Akan tetapi apabila tegangan geser beton τ_b akibat pembebanan tetap atau pembebanan sementara melampaui $\bar{\tau}_b$ untuk pembebanan sementara, maka seluruh tegangan geser harus dipikul oleh tulangan geser.

Apabila ingin dipakai tulangan geser miring, maka 50% dari tegangan geser harus dipikulkan pada sengkang-sengkang.

Sengkang-sengkang sebagai tulangan geser.



luas efektif = A_s (cm2)
jarak sengkang = a_s (cm).
tegangan geser lentur yang harus dipikul oleh sengkang = τ_t

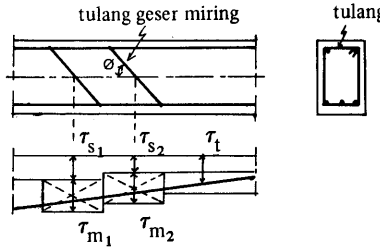
tegangan geser yang dapat dikerahkan oleh sengkang = τ_s

Syarat : $\tau_s \geqslant \tau_t$

$$\tau_s = \frac{A_s\ \bar{\sigma}_a}{a_s\ .\ b} \qquad (\text{kg/cm2}).$$

misal sengkang pakai Ø 10 mm
—) A_s = 2 (luas Ø 10mm)

Sengkang-sengkang dan tulangan miring sebagai tulangan geser.



Sengkang :

Luas efektif = A_s
Jarak sengkang = a_s

Tulangan miring :

Luas efektif = A_m
Jarak tulangan miring = a_m

Tegangan geser yang dapat dipikul sengkang = τ_s

Tegangan geser yang dapat dipikul tulangan miring = τ_m

$$\tau_s + \tau_m > \tau_t$$

$$\tau_s = \frac{A_s \cdot \bar{\bar{V}}_a}{a_s \cdot b} \quad \text{(kg/cm2)}$$

$$\tau_m = \frac{A_m \cdot \bar{\bar{V}}_a (\sin \emptyset + \cos \emptyset)}{a_m \cdot b} \quad \text{(kg/cm2)}$$

Besi tulangan untuk beton bertulang :

Besi beton ada yang berbentuk bulat polos dan ada pula yang berbentuk bulat PROFIL

Daftar besi (baja) polos beton :

Diameter (mm)	Luas tampang (cm2)	Berat (kg/m')	Diameter (mm)	Luas tampang (cm2)	Berat (kg/m')
4,5	0,16	0,125	22	3,80	2,980
5	0,20	0,153			
5,5	0,24	0,188	25	4,91	3,850
6	0,28	0,220	26	5,31	4,136
6,5	0,33	0,259	28	6,16	4,830
			30	7,07	5,510
6,8	0,36	0,282	32	8,04	6,310
7	0,38	0,300			
8	0,50	0,393	34	9,08	7,13
8,5	0,56	0,439	35	9,62	7,60
9	0.63	0,499	36	10,18	7,99
			38	11.34	8,90
10	0.79	0,620	40	12,57	9,87
12	1,13	0,887			
13	1,33	1,040	42	13,85	10,9
14	1,54	1,209	44	15,21	11,9
15	1,77	1,377	46	16,62	13,0
			48	18,10	14,2
16	2,01	1,580	48,5	18,47	14,5
18	2,54	1,994			
19	2,83	2,230	50	19,64	15,4
20	3,14	2,465	55	23,76	18,7

Diameter (mm)	Luas tampang cm2	Berat (kg/m')	Diameter (mm)	Luas tampang cm2	Berat (kg/m')
60	28,27	22,2	95	70,88	55,6
65	33,18	26,0			
70	38,48	30,2	100	78,54	61,7
			110	95,03	74,6
75	44,18	34,7	120	113,1	88,8
80	50,27	39,3	130	132,7	104
85	56,75	44,5	140	153,9	121
90	63,62	49,9			

Daftar luas penampang baja bulat polos dalam cm2 untuk pelat selebar 100 cm (1m)

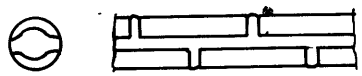
Jarak as-as	Jumlah batang	Luas penampang total dalam 100 cm lebar pelat sesuai diameter tulangan (mm) yang tercantum.							
(cm)	tiap m'	6	8	10	12	14	16	19	22
7,0	14,29	4,04	7,18	11,22	16,16	21,99	28,73	40,51	54,30
7,5	13,33	3,77	6,70	10,47	15,08	20,52	26,81	37,81	50,81
8,0	12,50	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,13	35,45	47,51
8,5	11,76	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,65	33,37	44,72
9,0	11,11	3,14	5,59	8,73	12,57	17,10	22,34	31,52	42,23
9,5	10,53	2,98	5,29	8,27	11,90	16,20	21,16	29,86	40,01
10,0	10,00	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	28,36	38,01
10,5	9,53	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	27,01	36,20
11,0	9,10	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	25,78	34,55
11,5	8,70	2,46	4,37	6,83	9,83	13,39	17,48	24,66	33,05
12,0	8,34	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	23,63	31,67
12,5	8,00	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	22,69	30,41
13,0	7,70	2,17	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	21,82	29,24
13,5	7,41	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,89	21,01	28,16
14,0	7,15	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	20,26	27,15
14,5	6,90	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	19,56	26,21
15,0	6,67	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,41	18,91	25,34
15,5	6,46	1,82	3,24	5,07	7,30	9,93	12,97	18,30	24,52
16,0	6,25	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	17,73	23,76
16,5	6,06	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	17,19	23,04
17,0	5,89	1,66	2,96	4,62	6,65	9,05	11,82	16,68	22,36
17,5	5,72	1,62	2,87	4,49	6,46	8,79	11,49	16,21	21,72
18,0	5,56	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	15,75	21,12
19,0	5,27	1,49	2,65	4,14	5,95	8,10	10,58	14,92	20,01
20,0	5,00	1,41	2,51	3,93	5,65	7,69	10,05	14,18	19,01

Daftar baja yang di profilkan :

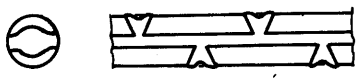
Kode No.	Berat Kg/m'	Diameter nominal (d) mm	Luas tampang nominal cm2	Perimeter nominal cm
D10	0,560	9,53	0,7133	3,0
D13	0,995	12,7	1,267	4,0
D16	1,56	15,9	1,986	5,0
D19	2,25	19,1	2,865	6,0
D22	3,04	22,2	3,871	7,0
D25	3,98	25,4	5,067	8,0
D29	5,04	28,6	6,424	9,0
D32	6,23	31,8	7,942	10,0
D35	7,51	34,9	9,566	11,0
D38	8,95	38,1	11,40	12,0

Baja beton yang di profilkan ada beberapa tipe :

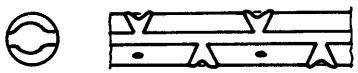
(a).



(b).



(c).



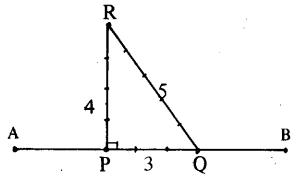
17

Ilmu Ukur Tanah

Membuat sudut siku-siku.

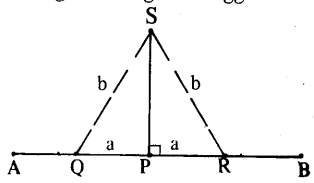
1. Cara yang paling sederhana :

— Dengan dasar perbandingan dalam segitiga siku-siku : 3 : 4 : 5



di titik P dibuat sudut siku-siku terhadap garis AB.
Maka buatlah dari titik P kearah titik A atau kearah titik B suatu jarak PQ yang sama dengan 3 bagian (misal 3p meter), PR = 4 bagian, kemudian dari titik R diatur sampai Q = 5 bagian.

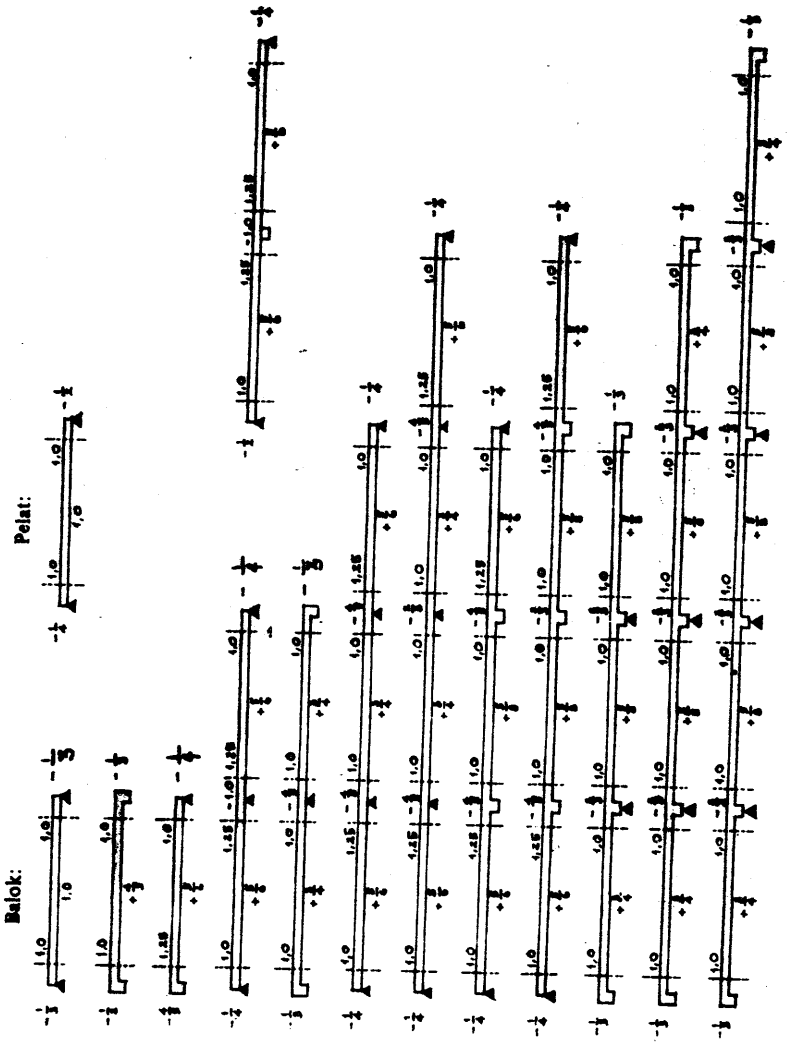
— Dengan sifat garis tinggi dalam segitiga sama-kaki.



di ukur PQ = PR = a
dengan 2 pita ukur/tali yang sama panjang, dari titik Q dan R ditarik sehingga ujung kedua tali bertemu (di titik S).

Gambar momen-momen dan gaya-gaya melintang menurut Pasal 13.2
akibat beban tersusun

Momen = Koefisien x M_o
Gaya melintang = Koefisien x Q_o



Tabel 13.3.2

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata

		ly/lx	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5
I		(Mlx) = 0,001 q_{lx}^2 X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
II	(Mlx) =	(Mtx) = 0,001 q_{lx}^2 X	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
		(Mty) = 0,001 q_{lx}^2 X	36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38
III	(Mlx) =	(Mtx) = 0,001 q_{lx}^2 X	48	55	61	67	71	76	79	82	84	86	88	89	90	91	92	92	94
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47	47	19
		(Mty) = 0,001 q_{lx}^2 X	48	50	51	51	51	51	51	50	50	49	49	49	48	48	47	47	56
IVA		(Mlx) = 0,001 q_{lx}^2 X	22	28	34	41	48	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	25
		(Mty) = 0,001 q_{lx}^2 X	51	57	62	67	70	73	75	77	78	79	79	79	79	79	79	79	75
IVB	(Mlx) =	(Mtx) = 0,001 q_{lx}^2 X	51	54	57	59	60	61	62	62	63	63	63	63	63	63	63	63	63
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	13
VA		(Mlx) = 0,001 q_{lx}^2 X	31	38	45	53	59	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	79	79	79	79	25
		(Mty) = 0,001 q_{lx}^2 X	60	65	69	73	75	77	78	79	79	80	80	80	79	79	79	79	75
VB	(Mlx) =	(Mlx) = 0,001 q_{lx}^2 X	60	66	71	76	79	82	85	87	88	89	90	91	91	92	92	93	94
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	12
VIA	(Mlx) =	(Mtx) = 0,001 q_{lx}^2 X	38	46	53	59	65	69	73	77	80	83	85	86	87	88	89	90	54
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48	19
		(Mty) = 0,001 q_{lx}^2 X	43	46	48	50	51	51	51	51	50	50	50	49	49	48	48	48	56
VIB	(Mlx) =	(Mtx) = 0,001 q_{lx}^2 X	13	48	51	55	57	58	60	61	62	62	62	63	63	63	63	63	63
		(Mly) = 0,001 q_{lx}^2 X	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	13
		(Mty) = 0,001 q_{lx}^2 X	38	39	38	38	37	36	36	35	35	34	34	34	33	33	33	33	38

——— = Terletak bebas
═══ = Menerus atau terjepit elastis

Tabel 2.1.

FAKTOR KEUTAMAAN I BERBAGAI JENIS GEDUNG

	Jenis Gedung	Faktor Keutamaan I
(a)	Gedung-gedung monumental	1,5
(b)	Fasilitas-fasilitas penting yang harus tetap berfungsi sesudah suatu gempa terjadi:	1,5
	Contoh fasilitas demikian adalah:	
	Rumah sakit	
	Bangunan sekolah	
	Bangunan penyimpanan bahan pangan	
	Pusat penyelamatan dalam keadaan darurat	
	Pusat pembangkit tenaga	
	Bangunan air minum	
	Fasilitas radio dan televisi	
	Tempat orang berkumpul	
(c)	Fasilitas distribusi bahan gas dan minyak bumi di daerah perkotaan	2,0
(d)	Gedung-gedung yang menyimpan bahan-bahan berbahaya (seperti asam, bahan beracun, dan lain-lain).	2,0
(e)	Gedung-gedung lain	1,0

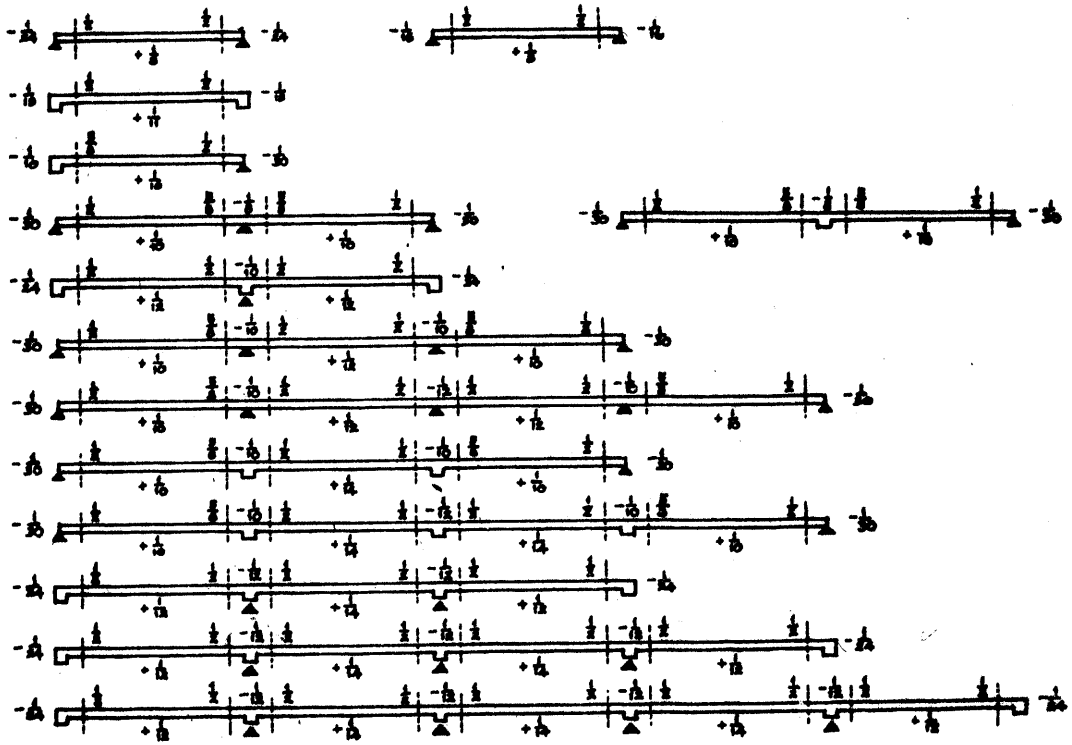
2.4.4. Faktor Jenis Struktur – K

Apabila dipakai lebih dari satu sistem struktur di dalam suatu gedung, maka yang dipakai adalah faktor jenis struktur untuk sistem yang dominan dalam menghasilkan ketahanan terhadap gempa, tetapi kombinasi sistem-sistem struktur tersebut harus tetap ditinjau dalam perhitungan waktu getar alami dari struktur gedung tersebut. Faktor jenis struktur untuk berbagai-bagai jenis struktur gedung harus diambil menurut Tabel 2 – 2.

Ikhtisar momen-momen dan gaya-gaya melintang menurut Pasal 13.2 akibat beban terbagi rata

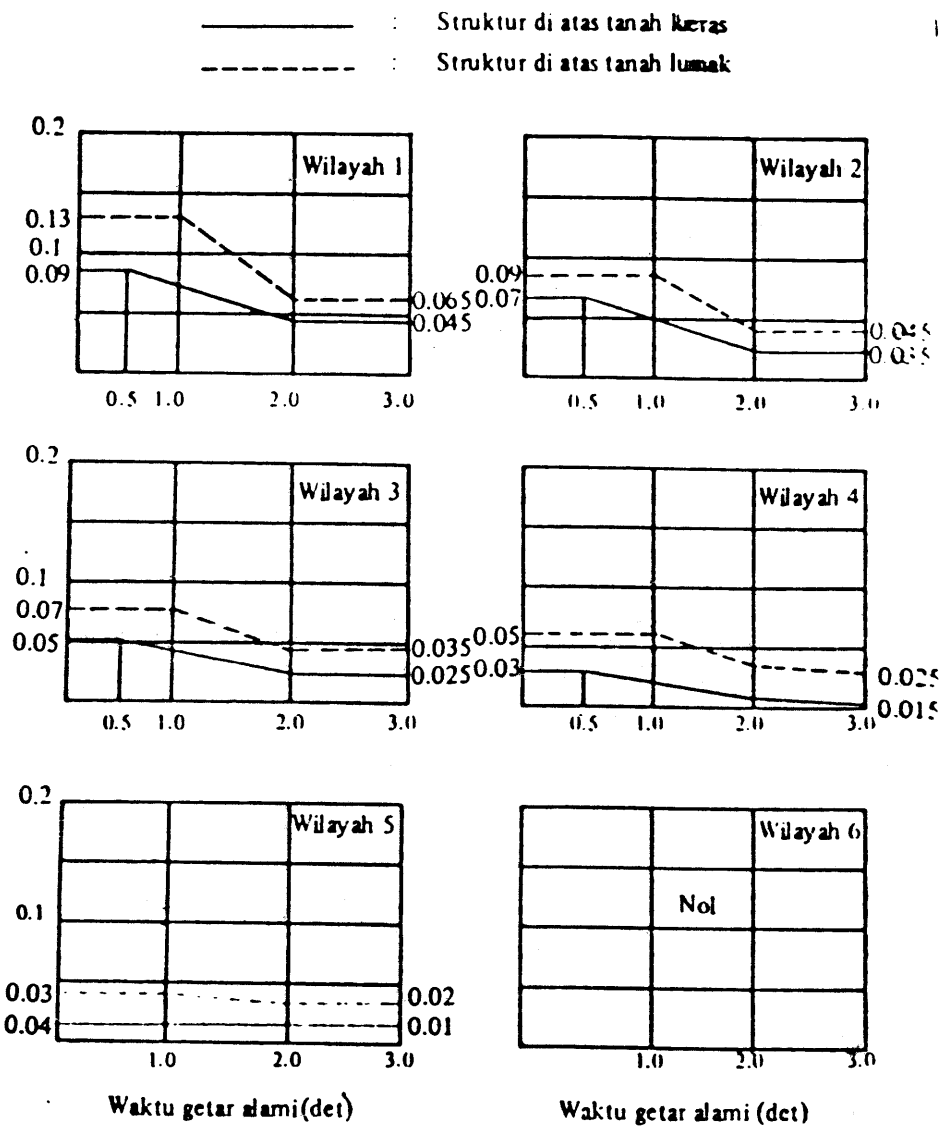
Momen = Koefisien x ql^2

Gaya melintang = Koefisien x ql^2



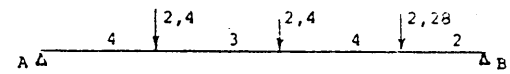
Tabel 2.2.
FAKTOR JENIS STRUKTUR K UNTUK BERBAGAI STRUKTUR JENIS GEDUNG

Jenis Struktur Rumah/Gedung	Bahan bangunan dari unsur-unsur pemencar energi gempa	Faktor jenis struktur K
Portal daktail	Beton bertulang	1,0
	Beton pratekan (3)	1,4
	Baja	1,0
	Kayu	1,7
Dinding geser berangkai daktail (1)	Beton bertulang	1,0
Dinding geser kantilever daktail (1)	Beton bertulang	1,2
	Dinding berongga bertulang	2,5
	Kayu (2)	2,0
Dinding geser kantilever dengan daktilitas terbatas (1)	Beton bertulang	1,5
	Dinding berongga bertulang	3,0
	Kayu (2)	2,5
Portal dengan ikatan diagonal	Beton bertulang	2,5
	Baja	2,5
	Kayu	3,0
Struktur kantilever tak bertingkat (5)	Beton bertulang	2,5
	Baja	2,5
Cerobong, tangki kecil	Beton bertulang	3,0
	Baja	3,0
Struktur lain		Lihat catatan (4)



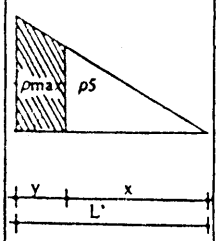
Gambar 2.3.
Koefisien gempa dasar untuk berbagai wilayah gempa

PLAT ATAP

Balok	Plat Beton	B S		Total Q	Momen
A_3 A_4 800 20/50	(0,91667 + 0,5) x 0,357	0,240	0,192	0,92925	M+ = 5,40655 + $\frac{1}{4}$ (0,24 . 3,5) 8 = 7,08655 tm. M- = 3,71700 tm.
A_4 A_7 500 20/50	(0,78667 + 0,5) x 0,351	0,240	0,192	0,88362	M+ = 2,00823 tm. M- = 1,380648 tm.
B_4 B_7 500 20/50	2,36001 x 0,351	0,240		0,828395	M+ = 1,88272 tm. M- = 1,294367 tm.
C_4 C_7 500 20/50	2,89334 x 0,351	0,240		1,25556	M+ = 2,85355 tm. M- = 1,961816 tm.
B'_3 C'_3 400 20/50	2,66667 x 0,351	0,240		1,176	M+ = 1,710545 tm. M- = 1,176 tm.
A_4 F_4 1300 30/80	5,81884 x 0,351	0,576		2,61842	
		M+ = 40,22845 + 6,95574 = 47,184193 tm. M- = 27,65706 tm.			$M_{AB} = \frac{2,4 . 7^2 . 4}{13^2} + \frac{2,4 . 6^2 . 7}{13^2} + \frac{2,28 . 2^2 . 11}{13^2} = 6,95574$ $M_{BA} = \frac{2,4 . 4^2 . 7}{13^2} + \frac{2,4 . 7^2 . 6}{13^2} + \frac{2,28 . 11^2 . 2}{13^2} = 6,2471$

20

DAFTAR PERHITUNGAN TULANGAN SERONG

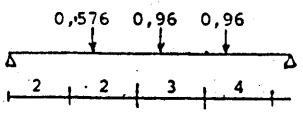


	L	Q	D	ρmx	y	TEGANGAN SERONG T	TULANGAN	PAKAI		KET.
			12 Q L	$\frac{3}{2}\frac{D}{b.h}$	$L' \sim L' \frac{S}{\rho mx}$	$\frac{\rho mx + S}{2}$ y.b.½√2	F = T/σs	ϕ	F	
	Cm	Kg/m	Kg	Kg/Cm2	Cm	Kg	Cm2		Cm2	
A1 A2	500	1637,6	4439,9	5,549875	24,7697	1847,791914	1,421378	1ø3/4	2,83	Lantai 2
A2 A3	400	1782,16	3909,92	4,8874	5	tidak perlu tulangan serong				
B3 D4	400	2355,092	4710,184	7,06528	58,4658	4987,719463	3,83671	2ø3/4	5,67	
C1 C2	500	2135,44	5338,6	8,0079	93,90414	8637,278659	6,6441	3ø3/4	8,5	
A3 D3	1100	3389,2	19600,6	12,72766	333,93518	62789,90834	48,299929	7ø1 1/4	55,25	
D3 C3	300	906	1359	2,548125	5	tidak perlu tulangan serong				
A3 A4	800	929,25	4557 *)	6,8355	107,40884	8989,089022	6,91468	3ø3/4	8,5	Dak
A4 A7	500	883,62	2203,05	4,1419	5	tidak perlu tulangan serong				
B4 B7	500	828,395	2070,987	3,88310	5	tidak perlu tulangan serong				
C4 C7	500	1255,56	3138,925	4,70838	5	tidak perlu tulangan serong				
B3 C3	400	1176	2352	5,88	29,93197	2302,76277	1,771356	2ø0/16	3,21	
A4 F4	1300	2618,42	20469,73	13,29203	405,4926	78672,16446	60,517049	8ø1 1/4	63,14	
A1 A4	500	**)	3574.9	5.70462	30.87935	2337.353537	1.79796	1ø3/4	2.83	Lantai 3

*) Setelah ditambah dengan gaya lintang akibat P balok.

**)

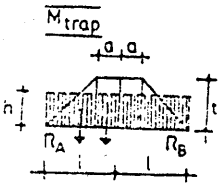
L = ½ L

Balok	Plat Beton	B S	Dinding	Total Q	Momen
A_1 A_2 500 $^{20}/_{60}$	1,57334 x 0,549	0,288	0,484	1,6376	$M+ = \frac{1}{11} \cdot Q l^2 +$ $\frac{1}{11} \cdot 1,6376 \cdot 5^2 + \frac{1}{4} \cdot 0,6912 \cdot 5 = 4,58582$ tm. $M- = \frac{1}{16} \cdot 1,6376 \cdot 5^2 = 2,55875$ tm.
A_2 A_3 400 $^{20}/_{60}$	(1,34 + 0,5) x 0,549	0,288	0,484	1,78216	analog M+ = 3,283433 tm. M- = 1,78216 tm.
B_3 B_4 400 $^{20}/_{50}$	2,55208 x 0,549	0,240	0,714	2,355092	M+ = 3,425588 tm. M- = 2,355092 tm.
C_1' C_2' 500 $^{20}/_{50}$	0,94667 x 0,549 0,9467 x 0,699	0,240	0,714	2,13544	M+ = 4,853282 tm. M- = 3,336631 tm.
A_3 D_3 1100 $^{30}/_{30}$	3,82368 x 0,549	0,576	0,714	3,3892	M+ = 37,2812 tm + 1,43762 tm = 38,71882 M- = 25630825  $MP = \frac{0,96 \cdot 4^2 \cdot 3}{11^2} + \frac{0.96 \cdot 3^2 \cdot 4}{11^2} + \frac{0,276 \cdot 9^2 \cdot 2}{11^2} = 1,43762$
B_3' C_3' 300 $^{20}/_{40}$		0,192	0,714	0,906	M+ = 0,741272 tm. M- = 0,509625 tm.

DAFTAR PERHITUNGAN PENULANGAN BALOK

BALOK				MOMEN							A	A'	TULANGAN				KET.
	ht	h	b			$Q_r \cdot L^2$	$\frac{\sigma a}{n \cdot \sigma b}$	$\frac{h}{\sqrt{\frac{n \cdot M}{b \cdot \sigma a}}}$	$\phi > \phi o$	δ	100 nw	w . b. h.	$\delta \cdot A$	A		A'		
	Cm	Cm	Cm			Kg Cm			TABEL		TABEL	Cm^2	Cm^2	ϕ	Cm^2	ϕ	Cm^2	
$\frac{A1}{A4}$	50	47	20	+		379973	0,98485	2,50959	1,208	0	18,76	7,34767		3Ø¾	8,50	2Ø½		Lantai 3
				−		201831	0,98485	3,44338	1,841	0	9,560	3,74333		2Ø¾	5,67			
$\frac{B7}{C7}$	50	47	20	+		264909	0,98485	3,00559	1,54	0	12,72	4,982		2Ø¾	5,67	2Ø½		
				−		122725	0,98485	4,41583	2,509	0	5,680	2,22467		2Ø½	2,53			
$\frac{B1}{B4}$	50	47	20	+		368974	0,98485	2,54672	1,237	0	18,07	7,07742		3Ø¾	8,50	2Ø½		
				−		253670	0,98485	3,07145	1,551	0	12,64	4,95067		2Ø¾	5,67			
$\frac{C1}{C4}$	50	47	20	+		415554	0,98485	2,39974	1,137	0	20,58	8,0605		3Ø¾	8,50	2Ø½		
				−		285694	0,98485	2,8942	1,469	0	13,78	5,39717		2Ø¾	5,67			
$\frac{D1'}{D4'}$	50	47	20	+		430782	0,98485	2,35695	1,110	0	21,36	8,366		3Ø¾	8,50	2Ø½		
				−		296162	0,98485	2,84259	1,433	0	14,34	5,6165		2Ø¾	5,67			
$\frac{B4}{F4}$	80	77	30	+		3788150	0,98485	1,59479	1,020	0,6	48,08	46,277	27,7662	6Ø1¼	47,35	4Ø1¼	31,57	
				−		2195825	0,98485	2,09468	1,273	0,6	27,19	26.17037	15,70222	4Ø1¼	31,57	2Ø1¼	15.78	
$\frac{A4}{B4}$	80	77	30	+		7405110	0,98485	1,140648	1,062	1	90,47	8707737	87,07737	12,Ø1¼	94,68	12Ø1¼	94,68	
				−														

$a \left(a - \frac{4a^3}{3L^2}\right) w_u$; $\frac{\Delta}{L} \left(\frac{L}{3}\right) w_u \cdot 2$



$RA = \frac{2l + 2a}{2} \cdot t \cdot \frac{1}{2}$

$= \frac{1}{2} t (l + a)$

$M_x = \frac{1}{8} h (2l)^2$

$= \frac{1}{2} h l^2$

$M_3 = \frac{1}{2} t^2 \left(\frac{1}{3} t + a\right)$

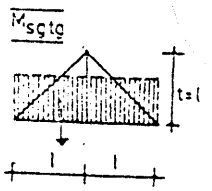
$M_4 = at \cdot \frac{1}{2} a$

$= \frac{1}{2} a^2 \cdot t$

$M_{MAX.} = RA \cdot l - M - M$

$= \frac{1}{2} h l^2$

$h = \frac{2 M_{MAX}}{l^2}$



$M = \frac{l^2}{2} \cdot 1 - \frac{l^2}{2} \cdot \frac{1}{3}$

$= \frac{l^3}{3}$

$M = \frac{1}{2} h l^2$

$h = \frac{2}{3} l$

Selanjutnya lihat daftar

11

DAFTAR PERHITUNGAN PERATAAN MOMEN

BALOK	l	t	a	RA	Msg 3	Msg 4	Mmax	h	KET
	meter			½t(l+a)	½t²(⅓t+a)	½·a²·t	$R_A-(\frac{1}{2}-\frac{2}{3})$	2Mmax/l²	
					(1)	(2)		meter	
A1	2,5	2	0,5	3	2,33333	0,25000	4,91667	1,57334	
A2									Lantai 2
A2	2	2	-	-	-	-	-	1,3333	
A3									
B3	2,0	1,5	0,5	1,875	1,125	0,1875	2,4375	1,21875	
B4	2	2	-	-	-	-	-	1,33333	2,55208
A3	5,5	2	3,5	9	8,33333	12,25	28,91667	1,91184	
D3	5,5	2	3,5	9	8,33333	12,25	28,91667	1,91184	3,82368
C1	2,5	1	1,5	2	0,91667	1,125	2,95833	0,94667	Atas Hall
C2	2,5	1	1,5	2	0,91667	1,125	2,95833	0,94667	Bawah
B3	Balok Penyangga Dinding								
C3									
A3	4	1	3	3,5	1,66667	4,5	7,83333	0,979167	
A4									Atap
B4	2,5	1	1,5	2	1,416667	1,125	2,45833	0,78667	
B7	2,5	2	0,5	3	2,33333	0,25	4,91667	1,57334	2,36001
C4	2,5	2	0,5	3	2,33333	0,25	4,91667	1,57334	
C7	2,5	1,5	1	2,625	1,6875	0,75	4,125	1,32	2,89334
B3	2	2		-	-	-	-	1,33333	
C3	2	2		-	-	-	-	1,33333	2,66667
A4	6,5	2,5	4	13,125	15,10417	20	50,20833	2,37673	
F4	6,5	4	2,5	18	30,66667	12,5	73,83333	3,44211	5,81884
A4	2,5	1	1,5	2	1,41667	1,125	2,45833	0,78667	
A7									

Tabel I. Koefisien Momen untuk Strip Tengah Pelat Dua arah menurut Peraturan ACI.

MOMEN	Bentang Tendel						Ptg Tepi.
	harga *						Semua harga *
	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	< 0.5	
I.Panel-Interior.							
Momen-negatif pada ujung-menerus	0.033	0.040	0.048	0.055	0.063	0.083	0.033
ujung-akhir	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
Momen-positif pada tengah bentang	0.025	0.030	0.036	0.041	0.047	0.062	0.033
II.Satu-ujung tidak menerus							
Momen-negatif pada ujung-menerus	0.041	0.043	0.055	0.062	0.069	0.085	0.041
pada ujung-akhir	0.021	0.024	0.027	0.031	0.035	0.042	0.021
Momen-positif pada tengah bentang	0.031	0.035	0.041	0.047	0.052	0.064	0.034
III.Dua-ujung tidak menerus							
Momen-negatif pada ujung-menerus	0.049	0.057	0.064	0.071	0.078	0.090	0.049
pada ujung-akhir	0.025	0.028	0.032	0.036	0.039	0.045	0.025
Momen-positif pada tengah bentang	0.037	0.043	0.048	0.054	0.059	0.069	0.037
IV.Tiga-ujung tidak menerus							
Momen-negatif pada ujung-menerus	0.058	0.064	0.074	0.082	0.090	0.098	0.058
pada ujung-akhir	0.029	0.033	0.037	0.041	0.045	0.049	0.029
Momen-positif pada tengah bentang	0.044	0.050	0.056	0.062	0.068	0.074	0.044
V.Empat-ujung tidak menerus							
Momen-negatif pada ujung-menerus	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....
pada ujung-akhir	0.033	0.038	0.043	0.047	0.053	0.055	0.033
Momen-positif pada tengah bentang	0.050	0.057	0.064	0.072	0.080	0.083	0.050

EXAMPLE INPUT OF FRAME CONCRETE DATA

Material Property (Ton - m)
Define menu > Material Properties...

Mass per unit Volume	0.2448	f'c	2250	(K225)
Weight per unit Volume	2.403	fy	32000	(U32)
Modulus of Elasticity	2531050	fys	24000	(U24)
Poisson's Ratio	0.2			
Coeff of Themal Expansion	9.90E-06			

back

Section of Concrete Cover to Rebar Center
Define menu > Frame Sections...

Beam	50	mm
Column	50	mm

back

Concrete Frame Design Preferences
Options menu > Preferences > Concrete Frame Design...

Design Code	ACI 318-99	
Phi Bending Tension	0.8	(SK SNI T-15-1991-03 pasal 2.2.3 ayat 2)
Phi Compression Tied	0.65	
Phi Compression Spiral	0.7	
Phi Shear	0.6	

back

Response Spectrum Data (wilayah 3)
Define menu > Response Spectrum Functions...

Period	Acceleration	
0	0.05	(Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Rumah dan Gedung)
0.5	0.05	(SKBI - 1.3.53.1987)
2	0.025	
3	0.025	

back

Define Static Load Case Names
Define menu > Static Load Cases...

Load	Type	Self Weight Multiplier	
DL	Dead	1	(termasuk beban sendiri)
LL	Live	0	(tidak termasuk beban sendiri)
E	Other	0	(gempa)

back

Load Combinations
Define menu > Load Combinations...

1,2 DL + 1,6 LL
1,05 DL + 0,6 LL + 1,05 E
1,05 DL + 0,6 LL - 1,05 E

(SK SNI T-15-1991-03 pasal 3.2-1)

back

Dimensions/Tolerances
Options menu > Preferences > Dimensions/Tolerances

Max Graphic Font Size	4	points
Max Graphic Font Size	3	points

back

Pembebanan plat

Tebal plat (cm)	qplat (ton/m2)	Keterangan
10	0.268	plat atap
12	0.364	plat lantai tegel
12	0.409	plat lantai palimanan

Tinggi tembok (m)	qtembok (ton/m)	Keterangan
0.5	0.125	
1	0.25	
1.5	0.375	
2	0.5	
2.5	0.625	

back

DAFTAR PERHITUNGAN PERATAAN MOMEN

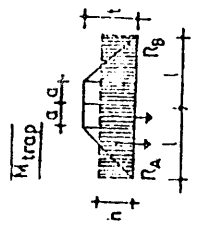
BALOK	l	t	a	RA $\frac{1}{2}t(1+a)$	Msg $\frac{1}{2}t^2(\frac{1}{3}t+a)$ (1)	Msg $\frac{1}{2}\cdot a^2\cdot t$ (2)	Mmax $R_A-(1)-(2)$	h $2Mmax/l^2$	KET
	meter							meter	
A1	2,5	1	1,5	2	0,91667	1,125	2,95833	0,94667	
A4	2,5	1	1,5		0,91667	1,125	2,95833	0,94667	
B7	2	1	1	1,5	0,66667	0,5	1,83333	0,91666	
C7	2,5	1	1,5						
B1	2,5	2	0,5	3	2,33333	0,25	4,91667	1,57334	2,52001
B4	2,5	1	1,5	2	0,91667	1,125	2,95833	0,94667	
C1	2,5	1	1	2,625	1,6875	0,75	4,125	1,32	
C4	2,5	2	0,5	3	2,33333	0,25	4,91667	1,57334	2,89334
D1	2,5	1	1,5	2	0,91667	1,125	2,95833	0,94667	
D4	2,5	1	1,5	2	0,91667	1,125	2,95833	0,94667	1,89334
B4	5,5	2	3,5	9	8,33333	12,25	28,91667	1,91184	
F4	5,5	2	3,5	10,625	11,97917	11,25	35,20833	2,32782	4,23966
A4	1	1						0,66667	
B4	1	1						0,66667	1,33334

$R_A = \frac{2t+2a}{2} \cdot t \cdot h$
$= \frac{1}{2}t(1+a)$
$M = \frac{1}{8}h(2l)^2$
$= \frac{1}{2}hl^2$
$M = \frac{1}{2}t^2(\frac{1}{3}t+a)$
$M = at \cdot \frac{1}{2}a$
$= \frac{1}{2}a^2 \cdot t$

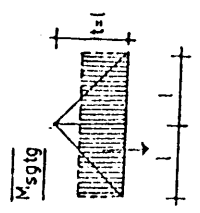
$M_{MAX.} = R_A \cdot l - M - M$
$= \frac{1}{2}hl^2$
$h = \frac{2\,M_{MAX}}{l^2}$

$M = \frac{1}{2}\cdot\frac{l^2}{2} - \frac{1}{2}\cdot\frac{l^2}{2}\cdot\frac{1}{3}$
$= \frac{1}{3}$
$= \frac{1}{3}hl^2$
$h = \frac{2}{3}$

M_{trap}



M_{sgtg}



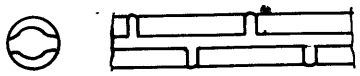
Selanjutnya lihat daftar

Daftar baja yang di profilkan :

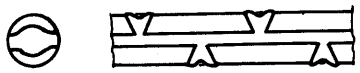
Kode No.	Berat Kg/m'	Diameter nominal (d) mm	Luas tam-pang nominal cm2	Perimeter nominal cm
D10	0,560	9,53	0,7133	3,0
D13	0,995	12,7	1,267	4,0
D16	1,56	15,9	1,986	5,0
D19	2,25	19,1	2,865	6,0
D22	3,04	22,2	3,871	7,0
D25	3,98	25,4	5,067	8,0
D29	5,04	28,6	6,424	9,0
D32	6,23	31,8	7,942	10,0
D35	7,51	34,9	9,566	11,0
D38	8,95	38,1	11,40	12,0

Baja beton yang di profilkan ada beberapa tipe :

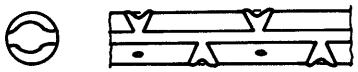
(a).



(b).



(c).



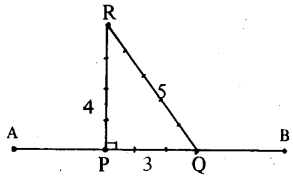
17

Ilmu Ukur Tanah

Membuat sudut siku-siku.

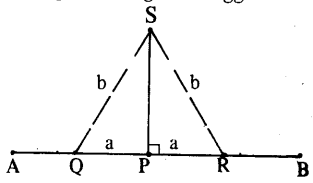
1. Cara yang paling sederhana :

   – Dengan dasar perbandingan dalam segitiga siku-siku : 3 : 4 : 5



di titik P dibuat sudut siku-siku terhadap garis AB.
Maka buatlah dari titik P kearah titik A atau kearah titik B suatu jarak PQ yang sama dengan 3 bagian (misal 3p meter), PR = 4 bagian, kemudian dari titik R diatur sampai Q = 5 bagian.

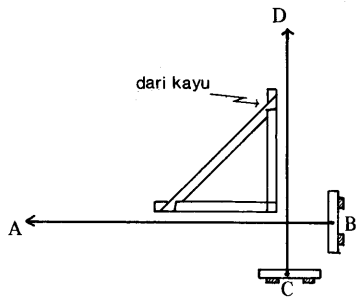
   – Dengan sifat garis tinggi dalam segitiga sama-kaki.



di ukur PQ = PR = a
dengan 2 pita ukur/tali yang sama panjang, dari titik Q dan R ditarik sehingga ujung kedua tali bertemu (di titik S).

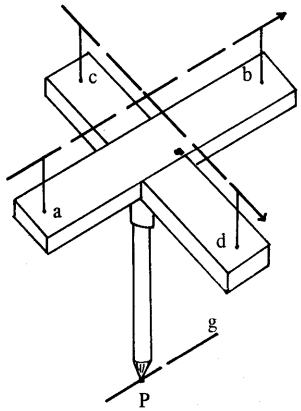
2. Cara dengan alat yang sederhana :

— Cara ini biasanya digunakan oleh tukang batu yang harus membuat dua sumbu dinding tembok yang saling tegak lurus. Setelah kedua patok B dan C dibuat dan ditentukan bahwa dua sumbu dinding melalui titik B dan C, maka dua benang ditalikan pada titik-titik B dan C.



Untuk membuat dua benang saling tegak-lurus, pasanglah alat segitiga-siku dari kayu itu dengan dua sisinya yang letak saling tegak-lurus di dekat titik-titik B dan C, tetapi belum menyinggung dua benang itu. Ujung A dan ujung D kedua benang haruslah digeserkan, sehingga kedua benang itu menjadi sejajar dengan dua sisi segitiga kayu. Setelah keadaan sejajar ini tercapai, diikatlah kedua ujung benang yang masih lepas itu di patok-patok yang lebih dahulu telah dipasang.

— Salah satu cara lagi ialah dengan alat yang terdiri dari dua batang kayu atau besi yang dibuat kira-kira saling tegak lurus.



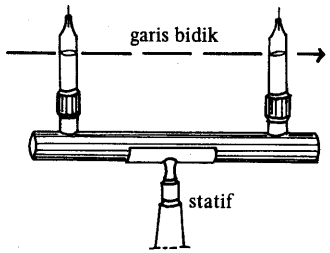
Garis ab ⊥ cd.
Pemakaian alat ini dapat diletakkan diatas tongkat yang dapat di tancapkan didalam tanah.
Bila pada titik P yang letak di garis lurus g harus dibuat garis lurus yang ⊥pada garis g, maka tongkat di tancapkan di titik P di dalam tanah.
Alat ini diputar sedemikian rupa, sehingga misalnya garis ab dari alat itu berimpit dengan garis g.
Dengan mata yang ditempatkan di belakang paku a, dibidik dengan garis ab sedemikian, hingga paku b berimpit dengan jalon yang menyatakan salah satu titik ujung garis g.
Dengan melihat melalui garis cd suruhlah seorang pembantu menempatkan jalon sedemikian rupa, hingga paku c , d dan jalon berimpit.

Alat-alat Ukur.

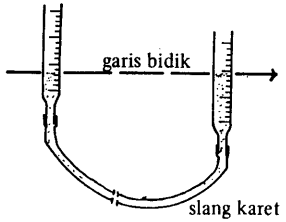
- **Alat untuk pengukuran sederhana ; yang termasuk alat ini adalah jalon pegas ukur, paku ukur, prisma.**
- **Alat untuk pengukuran waterpas yang sederhana : Alat waterpas dengan teropong tetap, rambu (baak).**
- **Alat untuk pengukuran tinggi dengan penyipat datar.**
- **Alat untuk pengukuran mendatar dengan theodolit (mengukur sudut).**
- **Alat untuk pengukuran guna pembuatan peta dengan Boussole Tranche Montagne (B.T.M.)**

Alat ukur penyipat datar yang sederhana tanpa teropong.

— Yang terdiri atas dua tabung dari gelas yang berdiri dan dihubungkan dengan pipa dari logam. Semuanya di pasang diatas statif. Tabung dari gelas dan pipa penghubung dari logam diisi dengan zat cair yang berwarna.
Pada tempat yang keadaannya mendatar, maka permukaan zat cair akan sama tinggi.
Ketelitian membidik dari alat ini, kecil.



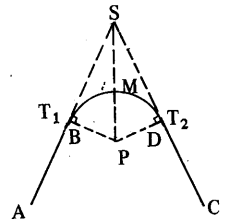
— Yang terdiri dari slang karet dan dua tabung gelas yang diberi skala.



Alat ini banyak digunakan pada pembuatan jalan-jalan, jembatan, gedung-gedung dan dapat digunakan untuk menentukan beda tinggi dua titik.

Pembuatan lingkaran di lapangan.

Busur lingkaran digunakan untuk menghubungkan dua arah yang berpotongan, supaya perpindahan dari arah kesatu kearah lainnya berjalan dengan lancar.



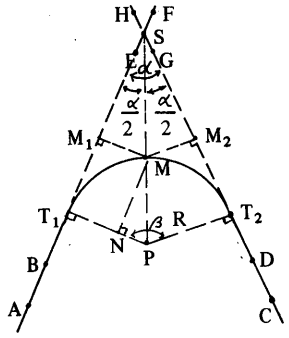
Titik-titik utama busur lingkaran :

a. Titik-titik awal dan akhir busur lingkaran, yang dinamakan titik-titik tangen T_1 dan T_2.
b. Titik tengah M busur T_1T_2.
c. Titik pusat P lingkaran dan titik potong S dua garis AB dan CD.

(titik P tidak dinyatakan diatas lapangan, karena itu tidak dapat digunakan).

– Penentuan tempat titil-titik utama busur.

a. Menentukan tempat titik S. Tentukan titik-titik E dan F yang terletak pada garis AB dan titik-titik G dan H yang terletak pada garis CD sedemikian rupa sehingga titik-titik E, F, G, dan H letaknya kira-kira tidak jauh dari titik S yang dicari dan jarak-jarak EF dan GH tidak lebih besar daripada panjang pegas ukur. Pasanglah sekarang pegas ukur melalui titik-titik E dan F dan pegas ukur lainnya melalui titik-titik G dan H. Dengan demikian titik S dapat dengan mudah ditentukan.



b. Menentukan sudut α dititik S antara garis-garis AB dan CD.

Untuk meneliti apakah titik S yang baru ditentukan tempatnya, benar-benar merupakan titik potong dua garis AB dan CD, maka pasanglah di titik S suatu alat theodolit dengan sumbu kesatunya tegak lurus diatas titik S.

Bila sekarang garis bidik alat ukur theodolit diarahkan ke jalon-jalon yang diletakkan pada titik-titik B dan D, maka jalon-jalon yang diletakkan pada titik A dan C harus tidak kelihatan, karena tertutup oleh jalon jalon di titik-titik B dan D. Dengan keadaan demikian titik S benar-benar merupakan titik potong dua garis AB dan CD. Ukurlah di titik S dengan cara yang diketahui sudut α antara AB dan CD dengan theodolit. Buatlah dengan membagi dua sudut α garis bidik menjadi garis bagi dan tempatkan beberapa jalon yang letaknya di garis bagi ini, maka didapatlah di lapangan garis SP.

c. Menentukan tempat titik-titik T_1 , T_2 dan M sebagai titik-titik utama busur lingkaran.

T_1 dan T_2 ditentukan dengan jaraknya dari titik S.

$$\angle T_1SP = \tfrac{1}{2}\alpha$$

$$\angle T_1PS = \tfrac{1}{2}\beta = 90^o - \tfrac{1}{2}\alpha$$

$$ST_1 = ST_2 = R \,.\, tg\, \tfrac{1}{2}\beta$$

Titik tengah M busur lingkaran dapat ditentukan dengan jarak :

$$SM = SP - PM = \frac{R}{\cos \frac{1}{2}\beta} - R = R\,\frac{1-\cos\frac{1}{2}\beta}{\cos\frac{1}{2}\beta}$$

$$= R\,\frac{2\,.\,\sin^2\frac{1}{4}\beta}{\cos\frac{1}{2}\beta} \times \frac{\cos\frac{1}{4}\beta}{\cos\frac{1}{4}\beta}$$

$$SM = R\,.\,tg\,\tfrac{1}{2}\beta\,.\,tg\,\tfrac{1}{4}\beta$$

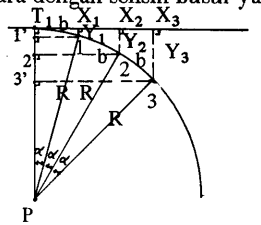
Buatlah digaris SP jarak $SM = R\,.\,tg\,\frac{1}{2}\beta\,.\,tg\,\frac{1}{4}\beta$ ini, dengan demikian didapat tempat titik M.

Sebagai pengecekan : $SM_1 = SM_2 = SM\,.\,\sin\frac{1}{2}\beta$

$MM_1 = MM_2 = 2R\,.\,\sin^4\frac{1}{4}\beta$

– Penentuan titik-titik detail.

a. Cara dengan selisih busur yang sama panjangnya.



Lebih dahulu dicari besarnya sudut pusat α yang mempunyai busur = b :

$$\alpha = \frac{b.360^o}{2.\pi.R} = \frac{b.180^o}{\pi R}$$

titik 1 : $X_1 = R.\sin\alpha$

$Y_1 = R - R.\cos\alpha = R\,(1 - \cos\alpha)$

$= 2.R.\sin^2\tfrac{1}{2}\alpha$

titik 2 : $X_2 = R \cdot \sin 2\alpha$

$Y_2 = R - R\cos 2\alpha = R(1-\cos 2\alpha) = 2.R.\sin^2\alpha$

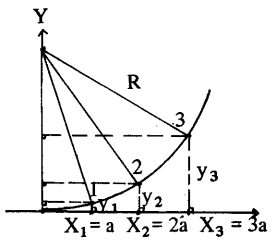
titik 3 : $X_3 = R \cdot \sin 3\alpha$

$Y_3 = R - R\cos 3\alpha = R(1-\cos 3\alpha) = 2.R.\sin^2(3/2.\alpha)$

dan seterusnya.

b. Cara dengan selisih absis yang sama panjangnya

Diambil selisih absis = a



titik 1 : $X_1 = a$

$Y_1 = R - \sqrt{R^2 - X_1^2}$

$= R - \sqrt{R^2 - a^2}$

titik 2 : $X_2 = 2.a.$

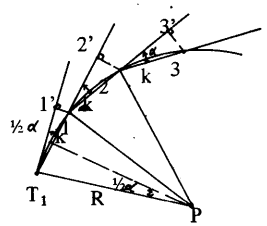
$Y_2 = R - \sqrt{R^2 - X_2^2}$

$= R - \sqrt{R^2 - 4.a^2}$

titik 3 : $X_3 = 3.a.$

$Y_3 = R - \sqrt{R^2 - X_3^2} = R - \sqrt{R^2 - 9.a^2}$

c. Cara dengan perpanjangan tali busur.



Titik-titik detail di proyeksikan pada perpanjangan tali busur yang melalui titik detail belakangnya.

Semua tali busur di-buat sepanjang k meter, maka sudut antara tali busur pertama $T_1 1$ dan garis singgung di titik T_1 adalah $\frac{1}{2}\alpha$, sedangkan

$\sin \frac{1}{2}\alpha = \frac{1}{2}k/R = k/(2R)$, sehingga $\frac{1}{2}\alpha$ dapat dicari dan sudut $1PT_1 = \alpha$; $T_1 1' = k \cdot \cos \frac{1}{2}\alpha$ dan $1'1 = k \cdot \sin \frac{1}{2}\alpha$

dengan demikian titik 1 dapat ditentukan.

Menentukan tempat titik 2 :

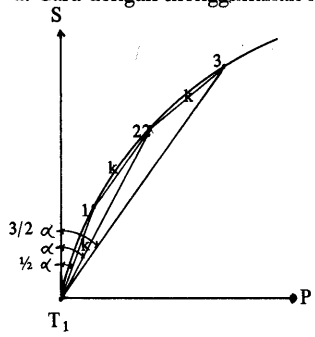
$12' = k \cdot \cos\alpha$; $2'2 = k \cdot \sin\alpha$

Menentukan tempat titik 3 :

$23' = k \cdot \cos\alpha$; $3'3 = k \cdot \sin\alpha$

dan seterusnya.

d. Cara dengan menggunakan koordinat-koordinat polair.



Untuk cara ini diperlukan suatu alat ukur theodolit yang dipasang dengan sumbu kesatunya tegak-lurus diatas titik T_1.

Jarak titik detail busur diambil sama (= k)

$\angle ST_1 1 = \frac{1}{2}\alpha$

$\angle ST_1 2 = \alpha$

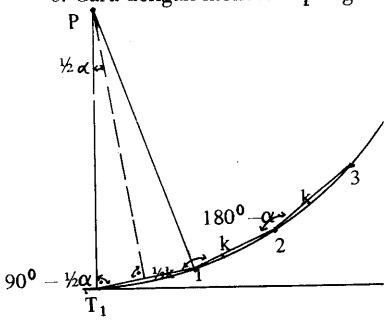
dan seterusnya bertambah dengan $\frac{1}{2}\alpha$

Arahkan garis bidik theodolit ke titik S, maka garis bidik berimpit dengan arah $T_1 S$.

Geserkan garis bidik kekanan dengan sudut $\frac{1}{2}\alpha$, kemudian suruh seorang (A) memegang ujung muka pegas ukur (yang diambil sepanjang k), sedangkan ujung belakang di impitkan pada titik T_1 dan A harus bergeser sedemikian rupa bersama jalonnya yang terletak di ujung muka pegas ukur hingga jalon itu letak digaris bidik, dengan demikian ditentukan titik 1.

Kemudian geserkan garis bidik dengan $\frac{1}{2}\alpha$ kekanan dan suruhlah orang tersebut bergeser lagi dengan ujung muka pegas ukurnya setelah ujung belakang pegas ukur ditempatkan di titik 1. Ujung muka pegas ukur, setelah letak digaris bidik menjadi titik 2, dan seterusnya untuk titik-titik yang lain.

e. Cara dengan membuat poligon.



Ambil sisi sisi poligon sama dengan k.
Sudut poligon pertama, antara PT_1 dan sisi pertama poligon adalah 90°
$90^o - ½\alpha$
$\sin ½\alpha = k/2R.$
dan sudut poligon berikutnya adalah
$2\,(90^o - ½\alpha\,) = (180^o - \alpha\,)$
Pasanglah suatu alat ukur theodolit dengan sumbu kesatunya tegak lurus diatas T_1.

Buat sudut $PT_1 1 = 90^o - ½\alpha$ dengan theodolit dan suruh orang memegang ujung muka pegas ukur, sehingga ujung itu letak di garis bidik theodolit. Maka dengan demikian ditentukan tempat titik poligon 1.

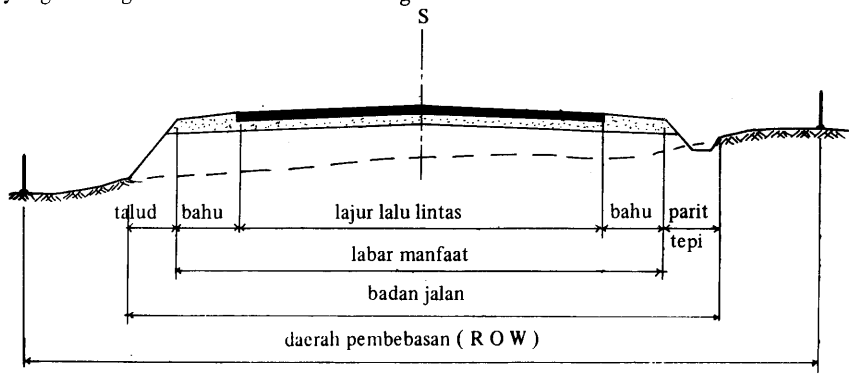
Pindahkan sekarang theodolit ketitik 1 dengan sumbu kesatunya tegak lurus lagi diatas titik 1. Buatlah sudut $(180^o - \alpha\,)$ dan suruhlah.... ujung muka pegas ukur digeserkan, sehingga ujung muka itu letak di garis bidik theodolit sedang ujung belakangnya diletakkan di titik 1. Maka ditentukanlah letak titik poligon 2.
Pekerjaan ini diulangi sehingga di dapat titik poligon yang letak paling dekat pada titik tangen T_2.

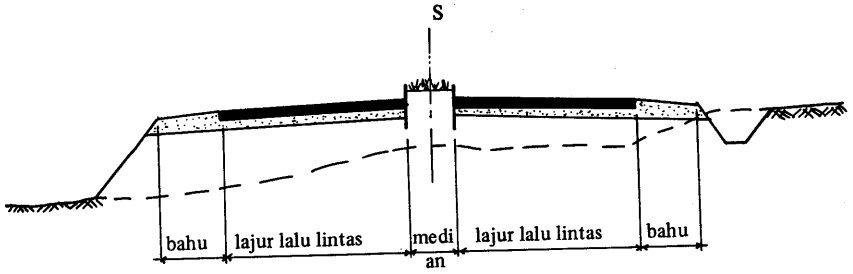
18

Jalan Raya

Dalam perencanaan jalan raya, bentuk geometriknya harus di tetapkan sedemikian sehingga jalan yang bersangkutan dapat memberikan pelayanan yang optimal kepada kegiatan lalu lintas sesuai dengan fungsinya.

Penampang melintang jalan, ialah potongan suatu jalan tegak lurus pada as/ sumbu jalan tersebut, yang menunjukkan bentuk serta susunan bagian-bagian jalan yang bersangkutan dalam arah melintang.





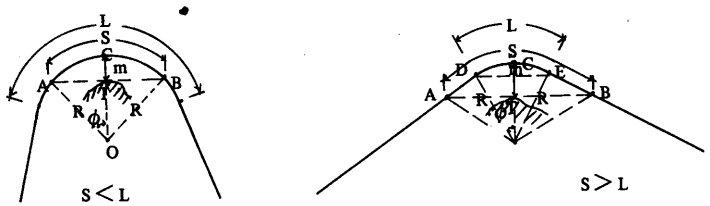
gb. potongan melintang.

Alignment (garis-tujuan) horizontal.

– Jarak pandangan pada tikungan.
Dalam peninjauan jarak pandangan pada suatu tikungan ada dua kemungkinan :

a. Keadaan dimana jarak pandangan (s) lebih kecil daripada panjang tikungan yang bersangkutan (L), sehingga seluruh jarak pandangan ada dalam daerah lengkung (s < L).

b. Keadaan dimana jarak pandangan (s) lebih besar daripada panjang tikungan (L), sehingga jarak pandangan sebagian dalam lengkungan sepanjang (L) dan sisanya dalam garis lurus , (s > L).



garis lurus A–B : garis pandangan.
garis lengkung A–C–B dan A–D–C–E–B : jarak pandangan (s).

$s < L : \quad m = R\,(1 - \cos \emptyset)$

$$s = \frac{R}{28{,}65} \cdot \cos^{-1}\left(\frac{R-m}{R}\right)$$

$s > L : \quad m = \tfrac{1}{2}(s - L) \cdot \sin\left(\frac{90 \cdot L}{\pi R}\right)$

$$s = L + 2d.$$

dimana,

m	=	ordinat tengah sumbu jalur dalam kepenghalang. (m)
s	=	jarak pandangan. (m)
L	=	panjang busur lingkaran. (m)
R	=	jari-jari sumbu jalur dalam. (m)
Ø	=	setengah sudut pusat busur lingkaran sepanjang L.

Menetapkan alignment horizontal pada suatu jalan, perlu diketahui terlebih dahulu "topography" yang akan di lalui oleh trace jalan yang akan direncanakan.
Dalam hal ini kita mengenal 3 jenis klasifikasi medan, yakni :

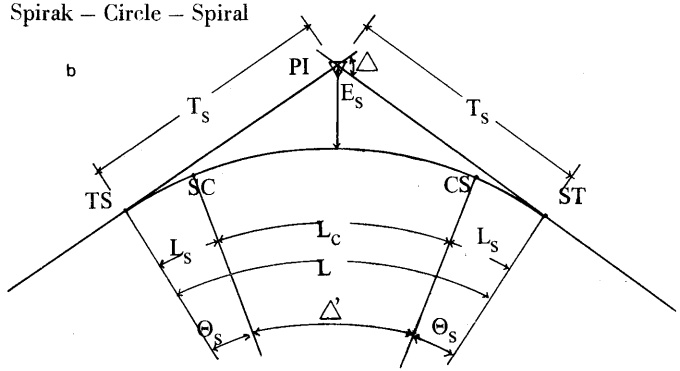
Daerah datar
Daerah perbukitan
Daerah pegunungan

yang nantinya akan ikut menentukan besarnya kecepatan rencana.

– Pemilihan bentuk tikungan.

Bentuk tikungan yang populer di pakai di Indonesia adalah :

a. Circle saja.
b. Spirak – Circle – Spiral

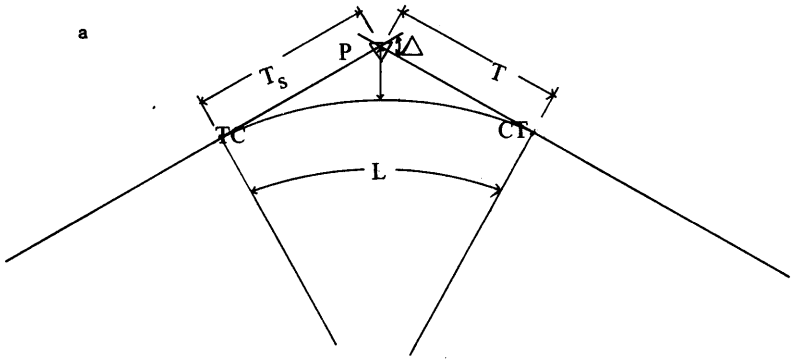


L_S = panjang spiral (= panjang lengkung TS – SC ; CS – ST)
L_C = panjang lingkaran (= panjang lengkung SC – CS)

panjang bagian tikungan :

$$L = 2L_S + L_C$$

a



L = panjang bagian tikungan

ad.a. Bentuk tikungan Circle.

Batasan yang dipakai di Indonesia dimana diperbolehkan menggunakan bentuk circle adalah sebagai berikut :

Kecepatan rencana (Km/jam)	Jari-jari lengkung minimum (m)
120	2000
100	1500
80	1100
60	700
40	300
30	180

Untuk tikungan yang jari-jarinya lebih kecil daripada harga-harga diatas, bentuk tikungan harus dipakai Spiral – Circle – Spiral.

ad.b. Bentuk tikungan Spiral – Circle – Spiral.

Lengkungan spiral merupakan peralihan dari bagian lurus ke bagian Circle. Panjang lengkung peralihan (spiral) diperhitungkan dengan mempertimbangkan bahwa perubahan gaya sentrifugal dari nol (pada bagian lurus) sampai sebesar :

$$K = \frac{m \cdot v^3}{R \cdot L_s}$$

$$L_{s\,min} = 0{,}022 \cdot \frac{v^3}{R.C} - 2{,}727 \cdot \frac{v \cdot k}{C}$$

dimana ;

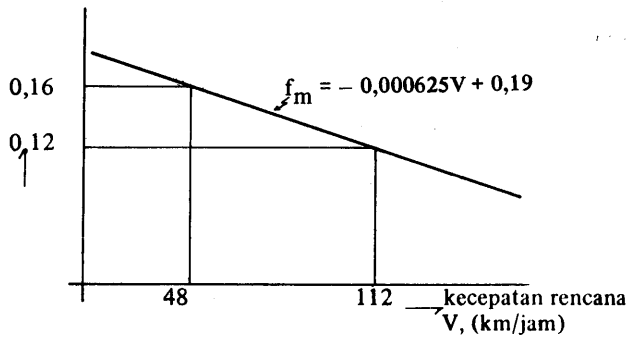
L_s = panjang spiral. (m)
v = kecepatan rencana. (km/jam)
R = jari-jari circle. (m)
C = perubahan kecepatan. (m/det3)
dianjurkan harga C = 0,4 m/det3.
k = superelevasi.

jari-jari circle yang diambil harus sedemikian sehingga sesuai dengan kecepatan rencana yang ditentukan serta tidak mengakibatkan adanya kemiringan tikungan yang melebihi harga maksimum.
Kemiringan tikungan maksimum di bedakan antara untuk jalan antar kota (maksimum = 0,10) dan untuk jalan kota (maksimum = 0,08).
Besarnya jari-jari lengkung minimum berdasarkan rumus :

$$R = \frac{v^2}{127\,(e + f_m)}$$

dengan miring tikungan maksimum dan koefisien gesekan melintang maksimum.

dimana ;
R = jari-jari lengkung minimum. (m)
e = miring tikungan maksimum
f_m = koefisien gesekan maksimum
v = kecepatan rencana. (km/jam)



– Rumus-Rumus Umum :

1. Circle.

Data :

PI.Sta.	=	nomor stasiun.	
d	=	jarak PI ke PI yang lain	(m)
v	=	(ditetapkan)	(km/jam)
Δ	=	(diukur dari gambar)	(derajat).
R	=	(ditetapkan)	(m)
T	=	R . tg ½ Δ	(m)
E	=	T . tg ¼ Δ	(m)
L	=	0,01744 . Δ . R	(m)
e	=	kemiringan melintang (superelevasi)	(m/m)

2. Spiral – Circle – Spiral.

Data :

PI.Sta.	=	nomor stasiun	
d	=	jarak PI ke PI yang lain	(m)
v	=	(ditetapkan)	(km/jam)
Δ	=	(diukur dari gambar)	(derajat)
R	=	(ditetapkan)	(m)
L_s	=	panjang lengkung spiral	(m)
θ_s	=	lihat tabel	(derajat)
T_s	=	(R + p) tg ½Δ + k	(m)
E_s	=	(R + p) cos ½Δ – R	(m)
L_c	=	panjang lengkung circle	(m)
e	=	kemiringan melintang	(m/m)

$R\ (m) \longrightarrow D = \frac{1432{,}4^o}{R} = \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$ (derajat)

R atau D / v $\longrightarrow$ Lihat tabel $e_{maksimum}$, didapat : e = ... (m/m)

L_s = ... (m)

dari tabel L_s dengan R yang ada didapat : θ_s = ... (derajat)

p = ... (m)

k = ... (m)

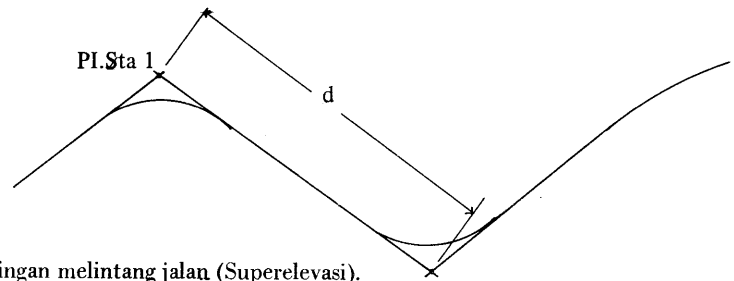
$T_s = (R + p) . tg\ ½\Delta + k$ (m)

$E_s = \frac{(R + p)}{\cos ½\Delta} - R$ (m)

$\Delta' = \Delta - 2 . \theta_s$ (derajat = ...^{o})

$L_c = \frac{\Delta}{360} . 2 . \pi . R$ (m)

$L = L' + 2 . L_s$ (m)



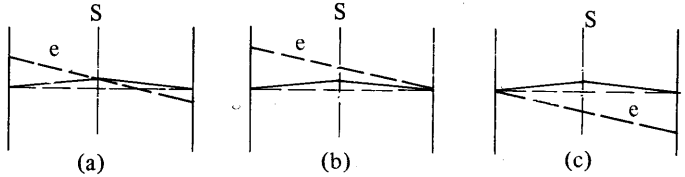
Kemiringan melintang jalan (Superelevasi).

Pada daerah tikungan ada perubahan kemiringan melintang, yaitu perubahan profil melintang dari lereng normal ke kemiringan penuh.

1. Jalan raya tanpa median.

Perubahan profil melintang dapat dilakukan dengan tiga cara :

a. Sumbu jalan sebagai sumbu putar
b. Tepi perkerasan sebelah dalam sebagai sumbu putar
c. Tepi perkerasan sebelah luar sebagai sumbu putar



yang biasa dipakai di Indonesia adalah cara a.

2. Jalan raya dengan median.

Dengan tiga cara pula seperti untuk yang tanpa median.

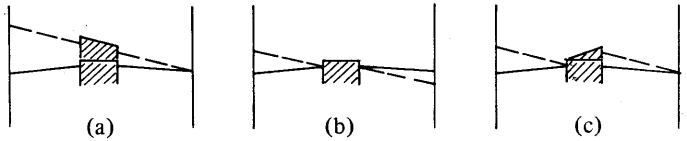
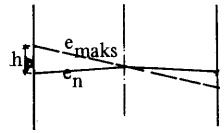


Diagram kemiringan melintang (Superelevasi) :

Pencapaian kemiringan normal ke-kemiringan penuh, dapat dilakukan sebagai berikut :

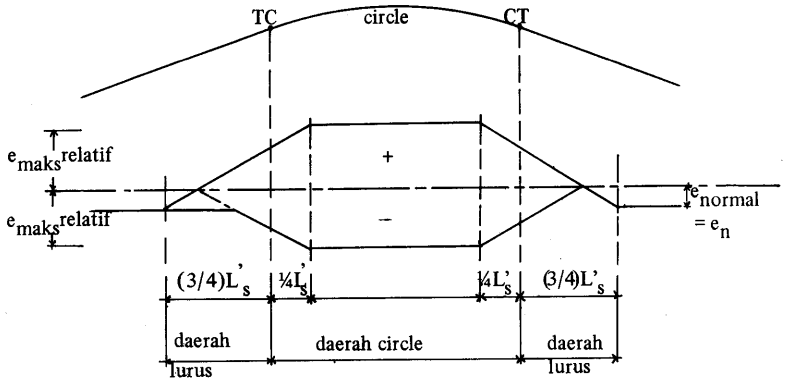
1. Untuk circle, tidak ada lengkung peralihan, maka kita harus mencari lengkung peralihan fiktif terlebih dahulu (L_s')



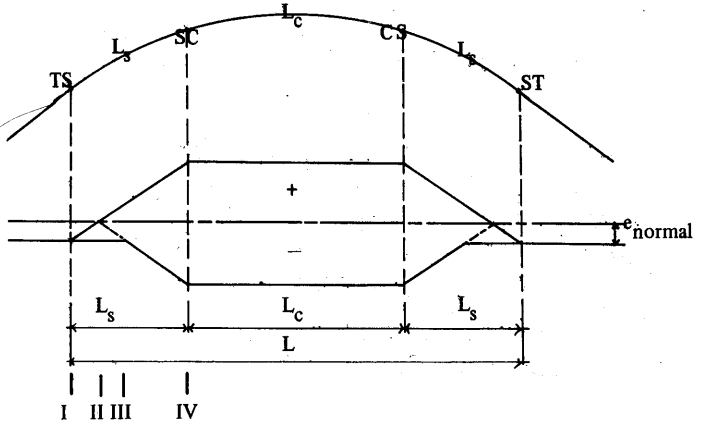
$$\frac{h}{L_s'} \leq \frac{1}{200}$$

$$L_s' > 200 \cdot h \qquad (m)$$

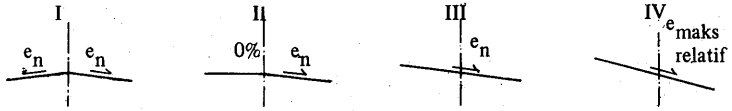
$$= \ldots\ldots \text{ (dibulatkan).}$$



2. Spiral – Circle – Spiral



Potongan :



e_{maks} relatif = superelevasi maksimum pada tikungan yang bersangkutan (mungkin 4% , 5% atau .....)

e_{maks} = 0,10 Panjang minimum spiral dan kemiringan melintang

D	R (m)	v = 50		v = 60		v = 70		v = 80		v = 90		v = 100		v = 110	
		e	L_s	e	L_s	e	L_s	e	L_s	e	L_s	e	L_s	e	L_s
0°15'	5730	LN	0	LN	0	LN	0	LN	0	LP	0	LP	60	LP	60
0°30'	2864	LN	0	LN	0	LP	40	LP	50	LP	50	LP	60	LP	60
0°45'	1910	LN	0	LP	40	LP	40	0,018	50	0,020	50	0,023	60	0,025	60
1°00'	1432	LP	30	LP	40	0,020	40	0,022	50	0,026	50	0,030	60	0,023	60
1°15'	1150	LP	30	LP	40	0,022	40	0,028	50	0,033	50	0,038	60	0,042	60
1°30'	956	LP	30	0,021	40	0,028	40	0,034	50	0,039	50	0,045	60	0,050	70
1°45'	840	LP	30	0,025	40	0,032	40	0,039	50	0,045	50	0,052	60	0,058	70
2°00'	717	0,020	30	0,028	40	0,038	40	0,045	50	0,051	60	0,060	70	0,066	80
2°30'	574	0,023	30	0,034	40	0,045	40	0,055	60	0,065	70	0,074	80	0,083	90
3°00'	478	0,029	30	0,040	40	0,054	50	0,064	60	0,076	80	0,087	90	0,096	100
3°30'	410	0,034	30	0,047	40	0,062	50	0,074	70	0,087	90	0,096	100	0,100	110
4°00'	358	0,037	30	0,052	40	0,068	60	0,080	70	0,092	90	0,099	100		
4°30'	319	0,042	30	0,057	50	0,074	60	0,087	70	0,097	90	0,100	100	D_{maks} = 3.34°	
5°00'	287	0,045	30	0,062	50	0,079	70	0,092	80	0,100	90	D_{maks} = 4.15°			
6°oo'	239	0,053	40	0,071	50	0,088	70	0,098	80	D_{maks} = 5.26°					
7°00'	205	0,060	40	0,079	60	0,094	70	0,100	80						
8°00'	180	0,067	40	0,086	60	0,097	80	D_{maks} = 6.83°							
9°00'	160	0,072	50	0,091	60	0,100	80								
10°00'	143	0,077	50	0,095	70	0,100	80								
11°00'	130	0,082	50	0,097	70	D_{maks} = 9.13°									
12°00'	120	0,086	60	0,099	70										
13°00'	110	0,090	60	0,100	70										
14°00'	103	0,093	60	D_{maks} = 12.79°											
15°00'	96	0,095	60												
16°00'	90	0,097	60												
17°00'	84	0,099	60												
18°00'	80	0,100	60												
19°00'	76	D_{maks} =													

Keterangan :

LN = lereng jalan normal

LP = lereng luar diputar sehingga pengerasan mendapat kemiringan melintang sebesar lereng jalan normal

Spiral di-atas garis-garis adalah harga yang dianjurkan. tapi tidak diharuskan.

T A B E L

Untuk lengkung Spiral – Circle – Spiral

L_s = 30,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
500	1,719	0,0753	14,9997	29,9973	0,3000
475	1,809	0,0789	14,9997	29,9970	0,3159
450	1,910	0,0834	14,9994	29,9967	0,3333
425	2,022	0,0882	14,9994	29,9964	0,3528
400	2,149	0,0936	14,9994	29,9961	0,3750
390	2,204	0,0960	14,9991	29,9953	0,3846
380	2,262	0,0987	14,9991	29,9952	0,3948
370	2,323	0,1011	14,9991	29,9952	0,4053
360	2,387	0,1041	14,9991	29,9946	0,4167
350	2,455	0,1071	14,9991	29,9949	0,4284
340	2,528	0,1101	14,9991	29,9943	0,4410
330	2,604	0,1134	14,9988	29,9937	0,4542
320	2,686	0,1170	14,9988	29,9934	0,4689
310	2,772	0,1206	14,9988	29,9928	0,4842
300	2,865	0,1248	14,9988	29,9925	0,5001
290	2,946	0,1290	14,9985	29,9922	0,5169
280	3,069	0,1338	14,9985	29,9916	0,5355
270	3,183	0,1386	14,9982	29,9907	0,5555

L_s = 50,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
1150	1,246	0,0905	24,9995	49,9975	0,3625
1100	1,293	0,0945	24,9995	49,9975	0,3760
1050	1,356	0,0990	24,9995	49,9970	0,3940
1000	1,424	0,1035	24,9995	49,9970	0,4140
950	1,499	0,1095	24,9995	49,9965	0,4360
900	1,583	0,1155	24,9995	49,9960	0,4605
850	1,677	0,1225	24,9995	49,9955	0,4880
800	1,782	0,1300	24,9995	49,9950	0,5185
750	1,901	0,1385	24,9990	49,9945	0,5590
700	2,038	0,1480	24,9990	49,9940	0,5925
650	2,195	0,1595	24,9985	49,9925	0,6385
600	2,379	0,1730	24,9985	49,9910	0,6920

lanjutan L_s = 50,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
550	2,596	0,1880	24,9980	49,9895	0,7550
500	2,865	0,2080	24,9980	49,9875	0,8335
475	3,016	0,2180	24,9975	49,9865	0,8770
450	3,150	0,2285	24,9975	49,9850	0,9160
425	3,370	0,2445	24,9970	49,9830	0,9800
400	3,580	0,2610	24,9965	49,9805	1,0410
375	3,820	0,2775	24,9965	49,9775	1,1160
350	4,091	0,2975	24,9955	49,9740	1,1890
325	4,407	0,3200	24,9950	49,9705	1,2815
300	4,776	0,3475	24,9940	49,9650	1,3885
275	5,209	0,3785	24,9920	49,9590	1,5140
250	5,730	0,4165	24,9920	49,9600	1,6655
240	5,969	0,4340	24,9910	49,9455	1,7350
230	6,228	0,4525	24,9905	49,9405	1,8040
220	6,510	0,4735	24,9895	49,9355	1,8920
210	6,821	0,4960	24,9880	49,9290	1,9820
200	7,162	0,5205	24,9865	49,9220	2,0810
190	7,539	0,5480	24,9855	49,9135	2,1905
180	7,958	0,5705	24,9835	49,9035	2,3115
170	8,426	0,6125	24,9820	49,8920	2,4470
160	8,953	0,6505	24,9795	49,8780	2,6000
150	9,454	0,6875	24,9770	49,8640	2,7445
140	10,230	0,7435	24,9735	49,8410	2,9690

L_s = 60,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
1450	1,086	0,0954	29,9994	59,9976	0,3792
1400	1,228	0,1074	29,9994	59,9970	0,4284
1350	1,274	0,1122	29,9994	59,9970	0,4452
1300	1,322	0,1158	29,9994	59,9970	0,4614
1250	1,375	0,1200	29,9994	59,9964	0,4794
1200	1,432	0,1254	29,9994	59,9964	0,4998
1150	1,494	0,1308	29,9994	59,9958	0,5214
1100	1,562	0,1368	29,9994	59,9952	0,5454
1050	1,637	0,1434	29,9994	59,9952	0,5712
1000	1,718	0,1506	29,9994	59,9946	0,5994
950	1,810	0,1572	29,9994	59,9940	0,6318
900	1,910	0,1668	29,9988	59,9934	0,6666

Lanjutan L_s = 60,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
850	2,022	0,1764	29,9988	59,9928	0,7056
800	2,148	0,1872	29,9988	59,9922	0,7488
750	2,292	0,1998	29,9982	59,9904	0,7998
700	2,456	0,2142	29,9982	59,9982	0,8574
650	2,644	0,2298	29,9976	59,9874	0,9228
600	2,864	0,2496	29,9976	59,9850	0,9996
550	3,126	0,2624	29,9970	59,9820	1,0908
500	3,438	0,2994	29,9964	59,9790	1,2000
475	3,618	0,3150	29,9958	59,9760	1,2624
450	3,820	0,3330	29,9958	59,9730	1,3392
425	4,044	0,3522	29,9952	59,9700	1,4234
400	4,296	0,3750	29,9946	59,9658	1,4988
375	4,584	0,4002	29,9934	59,9616	1,5996
350	4,910	0,4278	29,9928	59,9562	1,7130
325	5,289	0,4614	29,9916	59,9490	1,8456
300	5,730	0,4998	29,9904	59,9400	1,9986
275	6,250	0,5448	29,9886	59,9286	2,1714
250	6,880	0,6000	29,9856	59,9136	2,3988
240	7,162	0,6252	29,9838	59,9064	2,4977
230	7,473	0,6522	29,9826	59,8986	2,5986
220	7,812	0,6816	29,9814	59,8884	2,7234
210	8,186	0,7640	29,9790	59,8776	2,8536
200	8,600	0,7500	29,9772	59,8650	2,9940
190	9,047	0,7890	29,9754	59,8506	3,1534
180	9,550	0,8328	29,9724	59,8332	3,3270
170	10,111	0,8808	29,9688	59,8140	3,5214
160	10,743	0,9366	29,9652	59,7918	3,7410
150	11,460	0,9990	29,9598	59,7606	3,9900
140	12,284	1,0704	29,9538	59,7246	4,2738
130	13,224	1,1352	29,9466	59,6808	4,5984
120	14,324	1,2474	29,9382	59,6262	4,9776
110	15,625	1,3530	29,9256	59,5554	5,4252
100	17,189	1,4952	29,9100	59,4618	5,9616
90	19,100	1,6596	29,8890	59,3364	6,6144
80	21,486	1,8654	29,8596	59,1618	7,4250
70	24,557	2,1294	29,8170	58,9074	8,4600
60	28,648	2,4774	29,7516	58,5174	9,8225
50	34,378	2,9616	29,6636	57,8742	11,6946

L_s = 70,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
900	2,228	0,2268	34,9979	69,9895	0,9072
850	2,359	0,2394	34,9979	69,9881	0,9604
800	2,507	0,2548	34,9979	69,9867	1,0206
750	2,674	0,2716	34,9972	69,9846	1,0892
700	2,865	0,2912	34,9972	69,9825	1,1669
650	3,085	0,3136	34,9965	69,9797	1,2558
600	3,342	0,3395	34,9958	69,9769	1,3601
550	3,646	0,3752	34,9951	69,9720	1,4847
500	4,011	0,4081	34,9944	69,9657	1,6324
475	4,222	0,4291	34,9937	69,9615	1,7185
450	4,456	0,4536	34,9930	69,9573	1,8137
425	4,742	0,4823	34,9923	69,9517	1,9299
400	5,013	0,5103	34,9909	69,9468	2,0205
375	5,309	0,5404	34,9902	69,9398	2,1609
350	5,730	0,5831	34,9888	69,9300	2,3317
325	6,170	0,6279	34,9867	69,9181	2,5109
300	6,621	0,6741	34,9846	69,9062	2,6936
275	7,292	0,7427	34,9811	69,8873	2,9659
250	7,964	0,8106	34,9769	69,8649	3,2389
240	8,555	0,8505	34,9748	69,8509	3,3971
230	8,719	0,8936	34,9727	69,8376	3,5448
220	9,116	0,9275	34,9706	69,8222	3,7058
210	9,539	0,9702	34,9678	69,8061	3,8766
200	9,970	1,0143	34,9643	69,7686	4,0509
190	10,555	1,0738	34,9601	69,7627	4,2882
180	11,141	1,1333	34,9566	69,7354	4,5241
170	11,796	1,1991	34,9503	69,7039	4,7894
160	12,534	1,2740	34,9440	69,6654	5,0869
150	13,300	1,3251	34,9370	69,5234	5,3956
140	14,324	1,4553	34,9279	69,5632	5,8072
130	15,427	1,5666	34,9160	69,4946	6,2496
120	16,710	1,6961	34,9013	69,4078	6,7627
110	18,232	1,8487	34,8817	69,2951	7,3710
100	20,054	2,0328	34,8579	69,1467	8,0948

L_s = 80,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
750	3,056	0,3552	39,9960	79,9776	1,4116
700	3,274	0,3800	39,9952	79,9710	1,5224
650	3,526	0,4096	39,9952	79,9696	1,6408
600	3,820	0,4440	39,9944	79,9640	1,7856
550	4,167	0,4840	39,9928	79,9576	1,9392
500	4,584	0,5336	39,9912	79,9466	2,1328
475	4,816	0,5600	39,9904	79,9432	2,2400
450	5,093	0,5928	39,9896	79,9368	2,3688
425	5,394	0,6272	39,9880	79,9288	2,5088
400	5,730	0,6664	39,9872	79,9200	2,6648
375	6,112	0,7112	39,9898	79,9080	2,8424
350	6,548	0,7616	39,9832	79,8984	3,0456
325	7,052	0,8200	39,9792	79,8792	3,2984
300	7,641	0,8888	39,9760	79,8576	3,5504
275	8,334	0,9696	39,9720	79,8304	3,8728
250	9,160	1,0648	39,9656	79,7960	4,2544
240	9,540	1,1096	39,9632	79,7784	4,4320
230	9,964	1,1584	39,9592	79,7584	4,6264
220	10,417	1,2104	29,9560	79,7360	4,8368
210	10,913	1,2688	39,9520	79,7104	5,0664
200	11,459	1,3320	39,9464	79,6808	5,3200
190	12,062	1,4016	39,9408	79,6464	5,5960
180	12,731	1,4784	39,9344	79,6056	5,9048
170	13,481	1,5656	39,9264	79,5560	6,2496
160	14,324	1,6632	39,9176	79,5008	6,6368
150	15,276	1,7728	39,9056	79,4312	7,0736
140	16,370	1,8992	39,8912	79,3448	7,5736
130	17,630	2,0440	39,8736	79,2456	8,1504

L_s = 90,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
600	4,297	0,5625	44,9919	89,9487	2,2491
550	4,688	0,6129	44,9901	89,9388	2,4534
500	5,157	0,6750	44,9892	89,9271	2,6973
475	5,427	0,7101	44,9865	89,9190	2,8404
450	5,730	0,7497	44,9856	89,9100	2,9988
425	6,067	0,7938	44,9829	89,8992	3,1752

Lanjutan L_s = 90,00 m

R	θ_s	p	k	x	y
400	6,446	0,8334	44,9811	89,8857	3,3743
375	6,876	0,8991	44,9784	89,8704	3,5964
350	7,366	0,9639	44,9748	89,8513	3,8520
325	7,932	1,0386	44,9712	89,8272	4,1472
300	8,594	1,1241	44,9658	89,7975	4,4919
275	9,375	1,2204	44,9604	89,7615	4,8726
250	10,313	1,3491	44,9514	89,7093	5,3874
240	10,743	1,4049	44,9478	89,6841	5,6106
230	11,210	1,4661	44,9433	89,6553	5,8536
220	11,718	1,5318	44,9379	89,6238	6,1173
210	12,278	1,6047	44,9307	89,5851	6,4071
200	12,892	1,6848	44,9235	89,5446	6,7457

L_s = 100.00 m

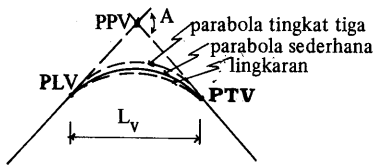
R	θ_s	p	k	x	y
500	5,730	0,8330	49,9840	99,9000	3,2960
475	6,032	0,8760	49,9820	99,8890	3,5020
450	6,300	0,9160	49,9800	99,8790	3,6620
425	6,740	0,9800	49,9770	99,8610	3,9170
400	7,160	1,0420	49,9730	99,8440	4,1600
390	7,346	1,0690	49,9730	99,8360	4,2690
380	7,539	1,0960	49,9710	99,8270	4,3810
370	7,743	1,1260	49,9690	99,8170	4,4990
360	7,961	1,1580	49,9670	99,8070	4,6250
350	8,182	1,1900	49,9650	99,7950	4,7550
340	8,426	1,2250	49,9640	99,7840	4,8940
330	8,681	1,2620	49,9610	99,7710	5,0420
320	8,953	1,3020	49,9490	99,6990	5,7770
310	9,241	1,3430	49,9570	99,7400	5,3650
300	9,552	1,3890	49,9530	99,7220	5,5460

Alignment Vertikal.

– Lengkung vertikal adalah lengkung yang dipakai untuk mengadakan peralihan secara berangsur-angsur dari suatu landai ke landai berikutnya.
Lengkung vertikal disebut cembung apabila titik perpotongan antara kedua tangen yang bersangkutan (PPV) (PVI) ada diatas permukaan jalan.

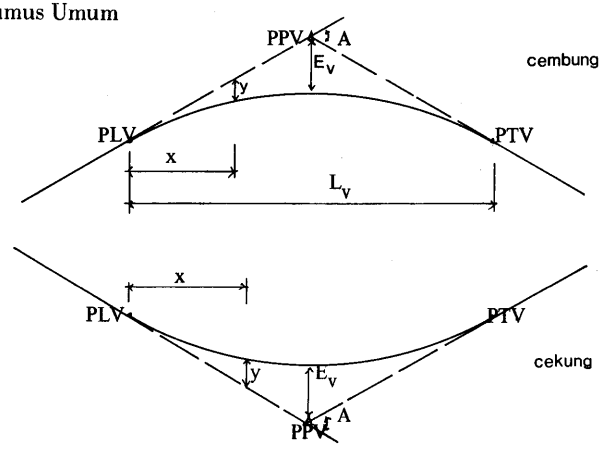
Lengkung vertikal disebut cekung apabila titik perpotongan antara kedua tangen yang bersangkutan (PPV) (PVI) ada dibawah permukaan jalan.

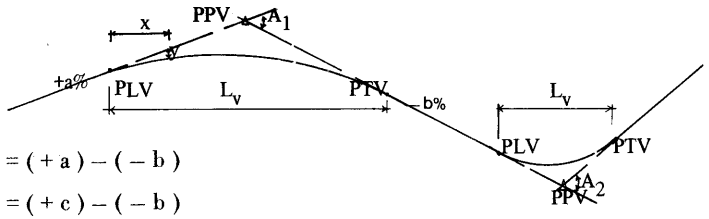
– Jenis lengkung vertikal
  a. Busur lingkaran
  b. Parabola sederhana
  c. Parabola tingkat tiga
  d. Spiral



Pada umumnya di Indonesia menggunakan lengkung parabola sederhana untuk lengkung vertikal cembung maupun cekung.

Rumus-Rumus Umum





$A_1 = (+a) - (-b)$

$A_2 = (+c) - (-b)$

$$E_v = \frac{A \cdot L_v}{800}$$

$$y = \left(\frac{x}{\frac{1}{2} L_v}\right)^2 \cdot E_v = \frac{A}{200\, L_v}\, x^2$$

dimana ; E_v = pergeseran vertikal (m)

x = jarak horizontal dari setiap titik pada garis kelandaian terhadap PLV (m)

y = panjang pergeseran vertikal dari titik yang bersangkutan (m)

L_v = jarak horizontal antara PLV dan PTV, disebut panjang lengkung (m)

A = perbedaan aljabar landai jalan (persen)

Dalam perencanaan lengkung vertikal, biasanya elevasi PPV telah ditentukan terlebih dahulu, kemudian baru dihitung harga-harga sebagai berikut :

- panjang L_v
- pergeseran vertikal E_v
- elevasi dari permukaan rencana jalan tepat dibawah atau di atas PPV.
- elevasi dari titik-titik PLV dan PTV
- elevasi dari permukaan rencana jalan PLV, PPV dan PTV yang diambil pada setiap nomor-nomor stasiun yang tersebut dalam alignment horizontal.

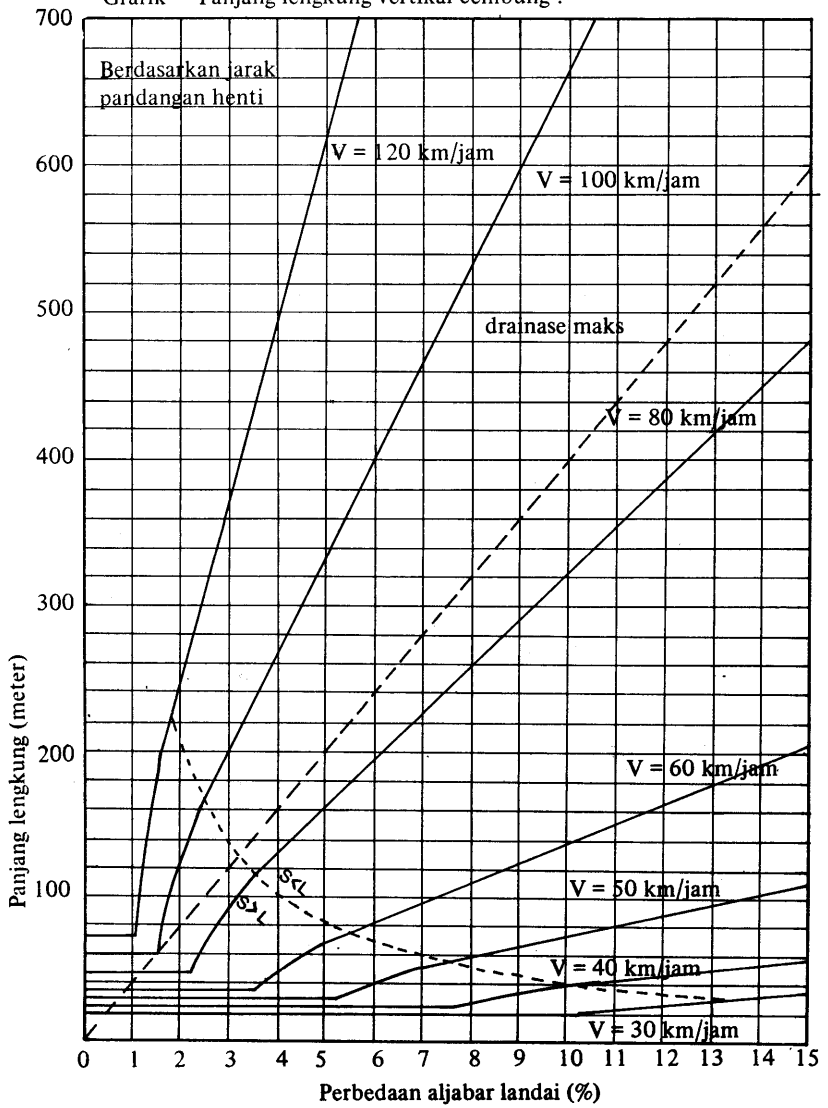
Data : PVI.Sta = nomor stasiun

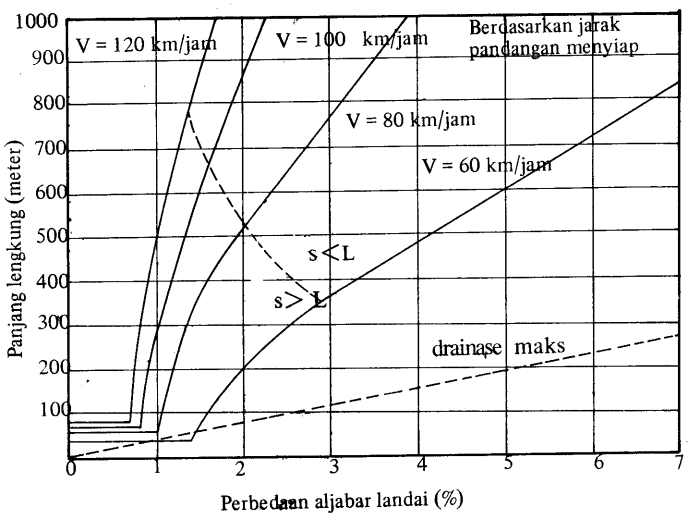
Elev = elevasi PVI (m)

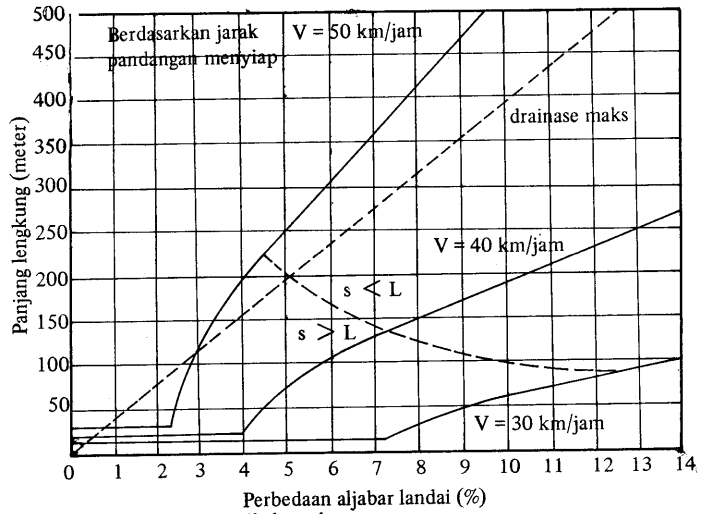
L_v = (lihat tabel berdasarkan kecepatan rencana : v dan kelandaian jalan (m)

E_v = $(A \cdot L_v)/800$ (m)

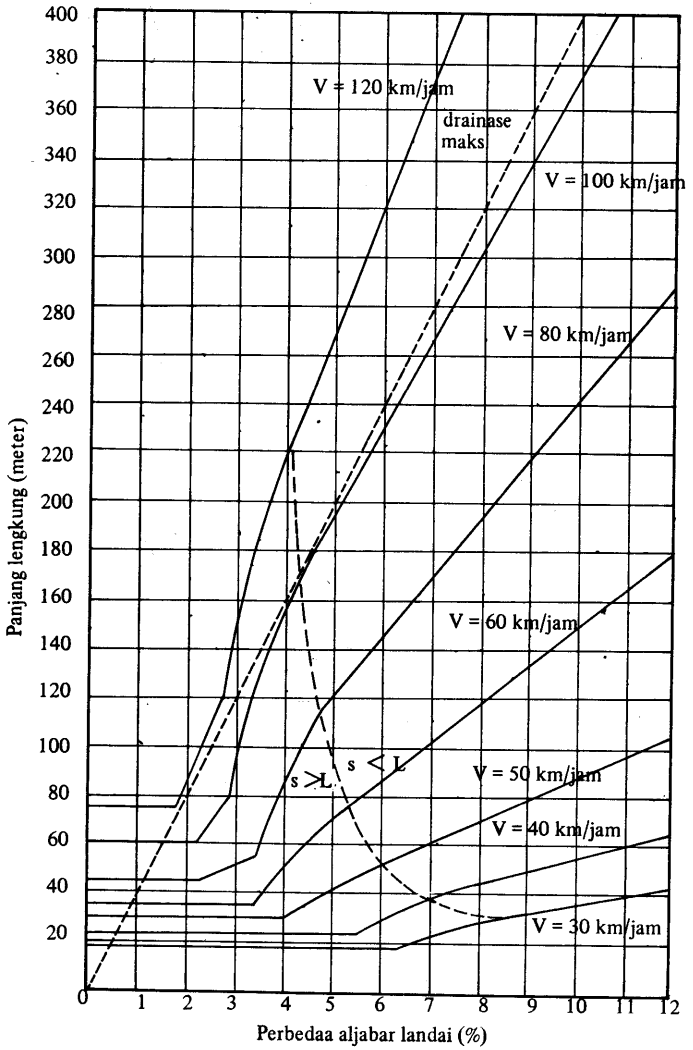
Grafik Panjang lengkung vertikal cembung :



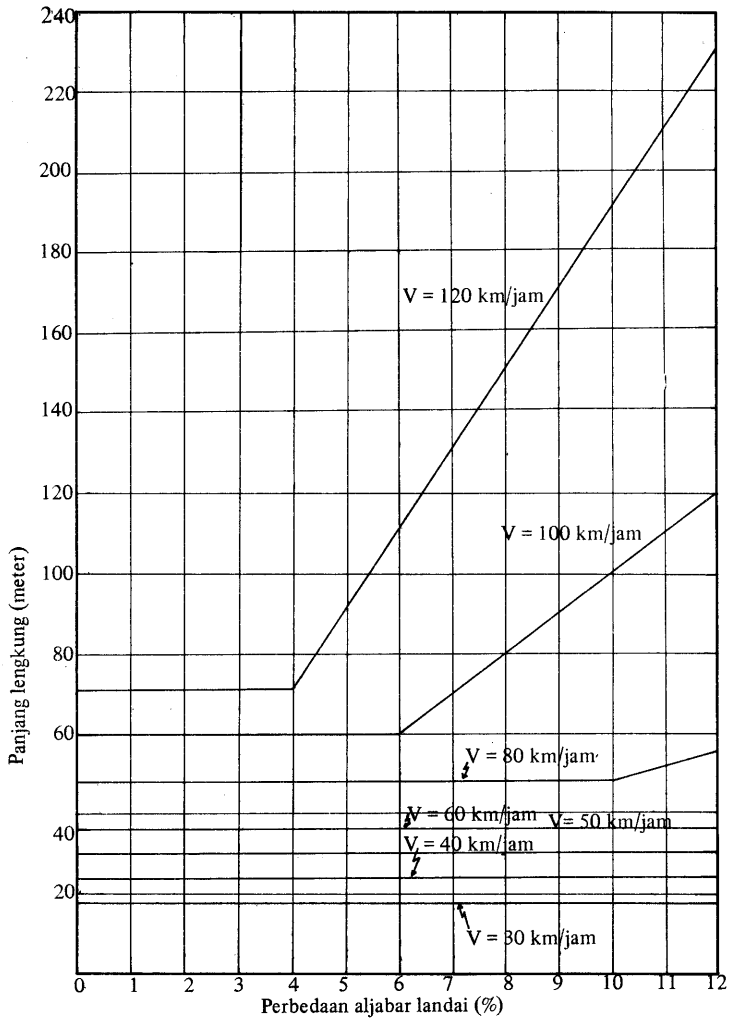




Grafik Panjang lengkung vertikal cembung.
(untuk jalan raya dua jalur)



Grafik Lengkung vertikal cekung.



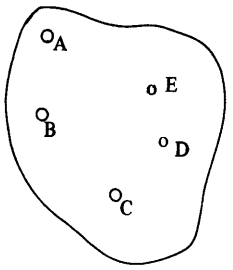
Grafik Panjang lengkung vertikal cekung pada lintasan dibawah

19

Hidrologi

Ada tiga cara :

1. Cara rata-rata hitung.
   Curah hujan rata-rata, dihitung dari jumlah besarnya curah hujan dibagi banyak nya bilangan penjumlahan.



R_r = curah hujan rata-rata

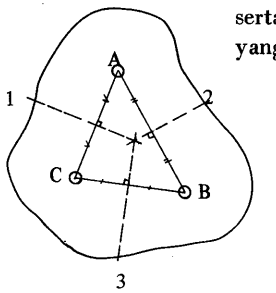
$$R_r = \frac{R_A + R_B + R_C + R_D + R_E}{5}$$

   Cara ini kurang teliti, karena itu baru bisa dipakai kalau selisih curah hujan dari satu stasiun dengan yang lainnya cukup kecil.
   Umumnya dalam praktek hanya dipakai untuk mengecek.

2. Cara Thiessen.

   Cara ini disebut pula Thiessen Polygon, karena digunakan polygon-polygon. Setelah letak stasiun-stasiun hujan di plot dalam gambar luas daerah aliran

(catchment area), maka buatlah sumbu-sumbu garis penghubung stasiun-stasiun hujan tersebut.
Garis-garis sumbu ini akan membagi-bagi luas daerah aliran yang akan diwakili oleh tiap-tiap stasiun.



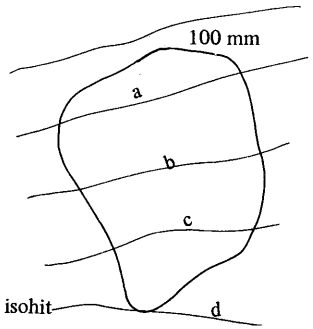
Stasiun A mewakili daerah antara sumbu 1 dan 2 serta batas daerah, dan seterusnya untuk stasiun yang lainnya.

R_A = curah hujan dari stasiun A
L_A = luas daerah A

begitu pula untuk stasiun B dan C
Jadi :

$$R_r = \frac{R_A \cdot L_A + R_B \cdot L_B + R_C \cdot L_C}{L_A + L_B + L_C}$$

3. Cara Isohit.
Isohit : garis yang menghubungkan titik-titik yang curah hujannya sama besar.



Daerah antara dua isohit, besar curah hujannya sama dengan luas daerah itu kali besarnya curah hujan rata-rata.

Jadi curah hujan rata-rata =

$$\frac{\text{jumlah curah hujan, (2 Isohit)}}{2}$$

$$R_r = \frac{\Sigma R}{L}$$

dimana ; L = luas seluruh daerah yang ditinjau.

20

Saluran

Saluran-saluran tahan erosi.

- Maksudnya ialah saluran yang mampu menahan erosi dengan baik.
  Yang termasuk jenis ini adalah :
  a. Saluran-saluran yang dinding dan dasarnya diberi lapisan yang tahan erosi (misalnya beton, dsb.)
  b. Saluran-saluran yang dibuat sebagai galian diatas tanah dasar yang kuat seperti tanah cadas.

- Bahan-bahan yang dapat dipakai sebagai lapisan saluran :
  1. Beton
  2. Pasangan batu
  3. Baja
  4. Besi cor
  5. Kayu
  6. Kaca
  7. Plastik
  8. Aspal
  dan sebagainya

- Supaya tidak terjadi pengendapan di saluran dan tumbuhnya lumut dsb, maka dibutuhkan adanya kecepatan minimum.
  Pada umumnya kecepatan minimum yang dipakai adalah sebesar 0,60 sampai dengan 0,90 m/det.

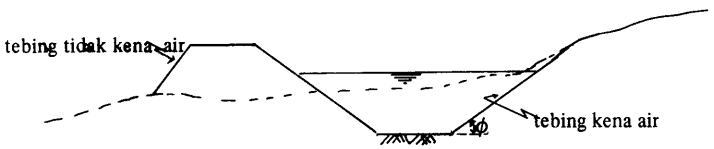
- Kemiringan dinding tebing saluran.
  Kemiringan dinding tebing saluran tergantung pada macamnya material/ bahan yang membentuk tubuh saluran.

Tabel kemiringan dinding saluran yang sesuai :

Material / Bahan	Kemiringan tebing saluran
Cadas	hampir vertikal
Tanah lumpur dan gambut	¼ : 1
Lempung keras/tanah dengan lapisan penguat beton	½ : 1 sp 1 : 1
Tanah dengan lapisan batu	1 : 1
Lempung atau tanah untuk serokan kecil	1½ : 1
Tanah berpasir lepas	2 : 1
Lumpur berpasir atau lempung poreus	3 : 1

Tabel kemiringan dinding/tebing saluran yang tidak kena air (bagian luar) :

Keadaan tebing	Kemiringan tebing
Timbunan cadas dan batu kerikil	1¼ : 1
Timbunan lempung berkerikil	1½ : 1
Timbunan lempung berpasir atau tanah berpasir	2 : 1



kemiringan tebing : cotg Ø
misalnya untuk tanah berpasir lepas : cotg Ø= 2/1 = 2 : 1

Saluran tak tahan erosi.

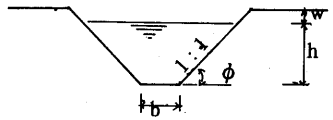
Kecepatan maksimum yang diijinkan atau kecepatan yang tidak menyebabkan erosi adalah kecepatan rata-rata yang terbesar yang masih belum menyebabkan terjadinya erosi pada tubuh saluran.

Tabel kecepatan maksimum :

Bahan/material tubuh saluran	Air bersih	Air yang mengangkut lumpur
	V, (m/det)	V, (m/det)
Pasir halus, kolloidal	0,457	0,762
Tanah berpasir	0,533	0,762
Lanau kelempungan	0,610	0,914
Abu vulkanis	0,762	1,067
Lempung keras	1,829	1,829
Kerikil halus	0,762	1,524
Kerikil kasar	1,219	1,829

Dasar perhitungan saluran terbuka, dengan menggunakan rumus Manning Gauckler Strickler.

$V = K \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$ (m/det) ; $Q = V \cdot F$ (m3/det)

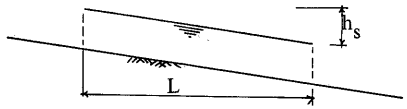


$R = F/O$
$F = h \cdot b + 2\,(\frac{1}{2}.b.h)$
$= 2.b.h$

$O = b + 2 \cdot h\sqrt{2}$, (bila cotg Ø = 1 : 1)

Q	=	debit pengaliran	
V	=	kecepatan pengaliran	(m/det)
K	=	koefisien kekasaran	
R	=	jari-jari hidrolis	(m)
i	=	kemiringan dasar saluran arah memanjang ; rata-rata	
b	=	lebar dasar saluran b, selalu dibulatkan menjadi kelipatan 0,05 m	(m)
h	=	kedalaman air	
F	=	luas penampang basah	
O	=	keliling basah	

$i = h_s/L$



Koefisien kekasaran, (K) :

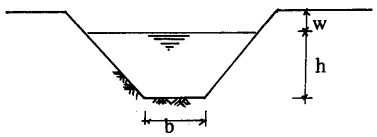
Kondisi saluran	K
Saluran lama dengan tebing sangat kasar	⩽36
Saluran lama dengan tebing kasar	38
Saluran drainase yang akan diberi tanggul dan saluran tersier	40
Saluran drainase baru tanpa tanggul	43,5
Saluran primer dan sekunder dengan pengaliran kurang dari 7,5 m3/det.	45–47,5
Saluran terpelihara baik dengan pengaliran lebih besar dari pada 10 m3/det.	50
Saluran dengan pasangan batu kosong	50
Saluran dengan tebing pasangan batu belah yang baik dan beton tidak dihaluskan	60
Saluran dengan tebing halus, tebing kayu	90

Perhitungan saluran terbuka dengan menggunakan rumus Chezy

$$V = C\sqrt{R \cdot S} \qquad \text{(m/det)}$$

dimana ;

V	=	kecepatan pengaliran	(m/det)
Q	=	debit pengaliran	(m3/det)
S	=	kemiringan rata-rata dasar saluran	
C	=	angka saluran	
R	=	jari-jari hidrolis penampang = F/O	(m)
F	=	luas penampang basah	(m2)
O	=	keliling basah penampang	(m)



Besarnya koefisien / angka C :

a. Bazin :

$$C = \frac{87}{1 + m/\sqrt{R}}$$

m = koefisien kekasaran

b. Kutter :

$$C = \frac{23 + \frac{0{,}00155}{S} + \frac{1}{n}}{1 + \frac{(23 + \frac{0{,}00155}{S})\,n}{\sqrt{R}}}$$

n = koefisien kekasaran

Koefisien kekasaran saluran (bersih & lurus)

Dinding saluran	Kondisi	n Kutter	m Bazin
Kayu	Papan rata, dipasang rapi	0,010	0,06
	Papan rata, kurang rapi, tua	0,012	0,06
	Papan kasar, dipasang rapi	0,012	0,16
	Papan kasar, kurang rapi, tua	0,014	0,16
Logam	Halus	0,010	0,06
	Di keling	0,015	0,30
	Sedikit kurang rata	0,020	0,30
Pasangan Batu	Plesteran semen halus	0,010	0,06
	Plesteran semen dan pasir	0,012	0,06
	Beton di lapis baja	0,012	0,06
	Beton di lapis kayu	0,013	0,06
	Batu bata kosongan yang baik	0,013	0,16
	Pasangan batu kasar	0,015	0,30
	Pasangan batu keadaan jelek	0,020	0,30
Batu Kosongan	Halus, dipasang rata	0,013	0,16
	Batu bongkaran, batu pecah, batu belah, batu guling, dipasang dalam semen	0,017	0,46
	Kerikil halus, padat	0,020	0,46
Tanah	Rata dan dalam keadaan baik	0,020	0,85
	Dalam keadaan biasa	0,022	1,30
	Dengan batu-batu dan tumbuh-tumbuhan	0,025	1,75
	Dalam keadaan jelek	0,035	1,75
	Sebagian terganggu oleh batu-batu atau tumbuhan	0,050	1,75